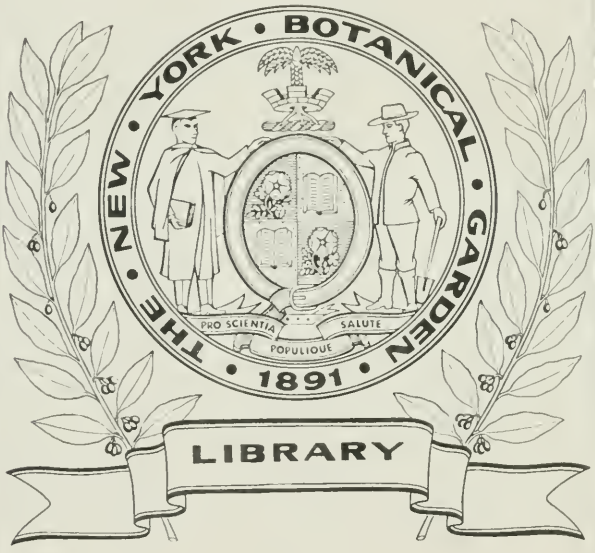
XB
.F412
Bd. 1
1898-1902



BEITRÄGE

ZUR

KRYPTOGAMENFLORA

DER

SCHWEIZ

Auf Initiative der Schweiz. Botanischen Gesellschaft
und auf Kosten der Eidgenossenschaft

herausgegeben von

einer Kommission der Schweiz. Naturforschenden Gesellschaft

BAND I

Heft 1: **ED. FISCHER**: Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen über Rostpilze

Heft 2: **H. CHRIST**: Die Farnkräuter der Schweiz

Heft 3: **R. CHODAT**: Algues Vertes de la Suisse. Pleurococcoïdes-Chroolépoïdes

BERN
Druck und Verlag von K. J. WYSS
1901

BEITRÄGE

ZUR

KRYPTOGAMENFLORA DER SCHWEIZ.

AUF INITIATIVE DER SCHWEIZ. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT

UND AUF KOSTEN DER EIDGENOSSENSCHAFT

HERAUSGEGEBEN

VON

EINER KOMMISSION DER SCHWEIZ. NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT.

BAND I, HEFT 1.

ENTWICKLUNGSGESCHICHTLICHE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

ROSTPILZE

VON

ED. FISCHER.

BERN

DRUCK UND VERLAG VON K. J. WYSS

1898.

ENTWICKLUNGSGESCHICHTLICHE UNTERSUCHUNGEN

ÜBER

ROSTPILZE.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

EINE VORARBEIT

ZUR

MONOGRAPHISCHEN DARSTELLUNG

DER

SCHWEIZERISCHEN UREDINEEN

VON

Dr. Ed. FISCHER,
Professor an der Universität Bern.

: Mit sechzehn Textfiguren und zwei Tafeln. :

BERN
Druck und Verlag von K. J. WYSS
1898.

Y 3412
.E412
Bd.1

Seinem lieben Vater

Herrn Professor Dr. L. Fischer

zur Feier seines siebenzigsten Geburtstages

in kindlicher Dankbarkeit

gewidmet vom Verfasser.

Inhaltsangabe.

	Pag.
Vorwort	IX
Versuchseinrichtung	1
Uromyces Junci (Desmaz.)	2
Uromyces Fabae (Pers.)	3
Uromyces Alchemillae (Pers.) und Uromyces Alchemillae alpinae Ed. Fischer	5
Uromyces Cacaliae (DC.)	7
Puccinia dioicae Magnus	8
Puccinia Caricis-frigidae Ed. Fischer	13
Puccinia Caricis-montanae Ed. Fischer und Puccinia Aecidii-Leucanthemi Ed. Fischer	23
Puccinia silvatica Schröter	45
Puccinia Caricis (Schum.)	47
Puccinia graminis (Pers.)	48
Puccinia Phragmitis (Schum.) und Puccinia Magnusiana Körn.	50
Die Puccinia zum Aecidium Ligustri Strauss	52
Puccinia Festucae Plowr.	57
Puccinia persistens Plowr.	58
Puccinia Smilacearum-Digraphidis (Soppitt) Kleb.	63
Puccinia helvetica Schröter	65
Puccinia expansa Link und Puccina conglomerata (Str.)	68
Puccinia Trollii Karst.	70
Puccinia Morthieri Körnicke und Puccinia Geranii-silvatici Karsten	72
Puccinia Anemones-Virginianae Schweinitz	74
Puccinia Veronicarum DC.	78
Puccinia Malvacearum Mont.	79
Gymnosporangium confusum Plowr.	80
Gymnosporangium clavariaeforme (Jacq.)	82
Gymnosporangium tremelloides A. Braun	85
Melampsora Laricis R. Hartig	88
Cronartium asclepiadeum (Willd.) und Cronartium flaccidum (Alb. et Schw.)	90
Coleosporium	94
1. Coleosporium Inulae (Kze.)	95
2. Coleosporium Senecionis (Pers.)	101
3. Coleosporium Sonchi-arvensis (Pers.)	102
4. Coleosporium Tussilaginis (Pers.)	103
5. Coleosporium Cacaliae (DC.)	104
6. Coleosporium Petasitis de Bary	105
7. Coleosporium Campanulae (Pers.)	105
Nachtrag zu Aecidium Ligustri	108
Theoretisches	109
1. Ueber Beziehungen zwischen Uredineen, welche alle Sporenformen besitzen, und solchen von reduciertem Entwicklungsgange	109
2. Die biologischen Arten	116
Erklärung der Tafeln	121

Vorwort.

Die in vorliegender Arbeit niedergelegten Untersuchungen können in gewissem Sinne als Vorarbeiten zu einer Monographie der schweizerischen Uredineen betrachtet werden: bei diesen Pilzen hängen ja bekanntlich die biologischen Verhältnisse so eng mit der Systematik zusammen, dass eine floristische Bearbeitung derselben nur dann als wirklich vollständig betrachtet werden kann, wenn jenen Verhältnissen in weitgehendster Weise Rechnung getragen ist, wie dies z. B. in Plowrights British Uredineae and Ustilagineae geschah. Jeder Beitrag zur Entwicklungsgeschichte, insbesondere auch jede genauere Präcisierung des Kreises der Nährpflanzen für eine Uredineenspecies bietet daher zugleich einen Beitrag zur besseren Abgrenzung der Arten und hat also auch einen Wert für die Systematik.

Die Versuche, über welche im Folgenden Bericht erstattet werden soll, erstrecken sich über circa vierzig schweizerische Uredineenspecies. Der Mehrzahl nach waren es heteroecische Arten, aber es fanden auch die sonst in experimenteller Hinsicht bisher mehr oder weniger vernachlässigten autoecischen Arten eine eingehendere Berücksichtigung. Ich hielt es dabei für zweckmässig, auch diejenigen unter meinen Versuchen kurz zu besprechen, welche nicht neue Resultate, sondern eine blosse Bestätigung der Beobachtungen früherer Forscher ergaben.

Abgesehen von der Untersuchung von Aecidium Ligustri aus dem Jahre 1898 wurden meine Versuche in den Jahren 1891—1896 ausgeführt; ihre eingehendere Darstellung erfuhr aber infolge anderweitiger Inanspruchnahme eine unliebsame Verzögerung. Indess sind die wichtigsten Ergebnisse jeweils von Zeit zu Zeit in kürzeren Notizen vorläufig mitgeteilt worden an folgenden Stellen:

Compte-rendu des travaux de la société helvétique des sciences naturelles réunie à Bâle 1892 (in Archives des sciences physiques et naturelles) p. 93.

Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1894, p. XIII—XIV und aus dem Jahre 1895, p. X—XI.

Bulletin de la société botanique de France T. XLI, p. CLXVIII—CLXXIII und p. CCXL—CCXLIII.

Compte-rendu des travaux de la société helvétique des sciences naturelles réunie à Zurich 1896 (in Archives des sciences physiques et naturelles) p. 182—185.

Bulletin de l'herbier Boissier T. V, No. 5, 1897, p. 396 und T. VI, No. 1, 1898, p. 11.

Versuchseinrichtung.

Die meisten Infectionsversuche, von denen im folgenden die Rede sein soll, wurden mit Teleutosporen resp. mit den im Frühling aus ihnen hervorgegangenen Basidiosporen ausgeführt. Um keimfähiges Material zur Verfügung zu haben, ist es in erster Linie erforderlich, dass die Teleutosporen in der richtigen Weise überwintert werden. Es geschah dies meist in der Weise, dass die im Spätsommer oder Herbst gesammelten Sporen, den Blättern oder Stengelstücken noch aufsitzend, in kleine Tuchsäckchen gebracht und den Winter über im Freien aufgehängt wurden, so dass sie dem Regen und Schnee, dem Gefrieren und Auftauen in ähnlicher Weise wie an ihrem natürlichen Standorte ausgesetzt waren. Im März oder April, als befürchtet werden musste, es könnte durch warmen Regen oder starke Feuchtigkeit die Keimung der Sporen in einem unerwünscht frühen Zeitpunkt hervorgerufen werden, brachte ich die Säckchen auf eine offene Laube, wo sie den Niederschlägen nicht direkt ausgesetzt waren. Überwinterung in der trockenen Zimmerluft scheint dagegen die Keimfähigkeit der Sporen zu unterdrücken.

Sollten nun die überwinterten Teleutosporen zu einem Versuche verwendet werden, so wurden sie erst einige Stunden in Wasser aufgeweicht, hierauf mittelst Filtrierpapier vom anhaftenden Wasser befreit und auf die zu inficierenden Topfpflanzen aufgelegt. Da bekanntlich die Keimschläuche der meisten Uredineen-Basidiosporen nur in junge Gewebe eindringen (eine Ausnahme macht hierin besonders *Coleosporium*), so musste natürlich darauf geachtet werden, dass die Basidiosporen nach ihrer Entstehung sofort auf jugendliche Blätter ausfallen können. Die Versuchspflanze wurde dabei mit einem Pulverisator fein mit Wasser bestäubt, hierauf mit einer Filtrierpapier-ausgekleideten Glasglocke so lange bedeckt gehalten, bis angenommen werden konnte, es habe das Eindringen der Keimschläuche stattgefunden, d. h. während etwa 4—6 Tagen. Später wurden die Pflanzen in ein Gewächshaus gestellt, natürlich unter möglichster Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln gegenüber Verunreinigung durch die Sporen aus andern Versuchen.

Bei Infection durch solche Teleutosporen, welche sofort nach ihrer Reife keimen, kam natürlich immer frisches Material zur Verwendung, ebenso bei Experimenten, in denen von Uredo- oder Aecidiosporen ausgegangen wurde. Die letztern wurden entweder durch Ausklopfen der befallenen Pflanzenteile ausgesät, oder es wurden die Uredolager resp. Aecidien auf die Versuchspflanzen aufgelegt, damit die Sporen spontan ausfallen könnten.

Uromyces Junci (Desmaz).[1])

Fuckel[2]) ist der Erste gewesen, der die Zugehörigkeit des auf *Pulicaria dysenterica* vorkommenden *Aecidium zonale* zu *Uromyces Junci* vermutet hat, gestützt auf die Thatsache, dass er lange Jahre hindurch beide stets nebeneinander und nur auf einer bestimmten Sumpfwiese beobachtet hatte, während das Aecidium sonst in der ganzen Gegend nicht vorkommt. Die experimentelle Bestätigung wurde aber erst von Plowright[3]) gegeben. Ausser *Pulicaria* gibt Winter[4]) als Nährpflanze der Aecidiengeneration noch *Buphthalmum salicifolium* an; er begründet diese Annahme dadurch, dass er bei Zürich den *Uromyces Junci* massenhaft vorfand, während in dessen Nähe keine *Pulicaria dysenterica*, sondern *Buphthalmum salicifolium* mit einem Aecidium zu finden war.

Zur Prüfung obiger Angaben führte ich einige Infectionsversuche aus mit Teleutosporen, welche ich im Oktober 1893 im Selhofenmoos bei Bern auf *Juncus obtusiflorus* in Menge gesammelt hatte. Am 30. Mai 1894 wurden die Teleutosporen-tragenden überwinterten Halm- und Blattstücke auf folgende Pflanzen aufgelegt:

Buphthalmum salicifolium, Keimlinge diesjähriger Aussaat, in 5 Blumentöpfen.

Pulicaria dysenterica, Keimlinge diesjähriger Aussaat, in 5 Blumentöpfen.

Inula Vaillantii in 2 Töpfen.

Senecio cordatus,
Lappa minor,
Chrysanthemum Leucanthemum
} je in einem Blumentopf.

Ein gleichzeitig eingerichteter Kontrollversuch auf Objektträger zeigte am 4. Juni vereinzelte ausgeworfene Basidiosporen[5]), wodurch die Keimfähigkeit der Teleutosporen erwiesen war.

[1]) Die Resultate der Versuche mit U. Junci wurden vorläufig mitgeteilt in den Mitteilungen der bernischen naturf. Gesellsch. 1895. Sitzungsbericht vom 25. Mai.

[2]) Symbolae Mycologicae 1869 p. 60.

[3]) Nach British Uredineae and Ustilagineae 1889 p. 133.

[4]) Bemerkungen über einige Uredineen und Ustilagineen. Hedwigia. 1880 p. 105—110 — Rabenhorst Kryptogamenflora, Pilze I p. 163.

[5]) Ich bediene mich im folgenden der Ausdrücke Basidie und Basidiospore statt.

Am 9. Juni waren in 3 Töpfen an den Versuchspflanzen von *Pulicaria* helle Flecke, zum Teil auch sehr junge Spermogonien sichtbar; am 11. Juni waren Spermogonien in allen 5 Versuchen entwickelt, am 19. Juni Aecidien, teils offen, teils noch geschlossen. *Chrysanthemum Leucanthemum* starb ab; die sämtlichen übrigen Versuchspflanzen, inbegriffen *Buphthalmum salicifolium*, zeigten keine Spur von Spermogonien oder Aecidien. Ebenso sind *Pulicaria*-Keimpflanzen, die im gleichen Gewächshause standen, denen aber keine Teleutosporen aufgelegt worden waren, völlig gesund geblieben.

Aus dieser Versuchsreihe ergibt sich also:

1. *Uromyces Junci* bildet seine Aecidien auf *Pulicaria dysenterica*.
2. Das Aecidium auf *Buphthalmum salicifolium* gehört nicht zu *Uromyces Junci*.
3. *Uromyces Junci* geht nicht auf *Inula Vaillantii*, *Senecio cordatus* und *Lappa minor* über. Freilich sollten, um dies letztere ganz sicher aussprechen zu können, zahlreichere Versuche ausgeführt werden.

Uromyces Fabae (Pers.).

Uromyces Fabae soll nach den Angaben der Floren auf sehr verschiedenen Papilionaceen vorkommen, doch ist nur für wenige derselben der experimentelle Nachweis geleistet, dass der auf ihnen vorkommende Pilz wirklich mit *Uromyces Fabae* auf *Faba vulgaris* identisch ist. Die meines Wissens einzigen in dieser Richtung ausgeführten Versuche datieren von de Bary [1]) und Plowright. [2]) Ersterer erzielte bei Infection von *Faba vulgaris* und *Pisum sativum* positive, dagegen bei Aussaat auf *Phaseolus vulgaris* und *Trifolium repens* negative Resultate. Letzterer hatte ebenfalls Erfolg auf *Faba vulgaris* und *Pisum sativum*, nicht aber auf *Vicia sativa*, *V. Cracca*, *Lathyrus pratensis* und *Ervum hirsutum*. Gestützt hierauf trennt Plowright *U. Ervi* als besondere Art und vermutet, dass noch weitere Abspaltungen nötig sein werden.

Einige Versuche, welche ich mit *U. Fabae* ausführte, liefern nun einen weitern Beitrag zur Klärung der Verhältnisse. Als Infectionsmaterial dienten mir teleutosporenbehaftete Sprosse von *Vicia Cracca*, gesammelt am 13. October 1894.

Promycel und Sporidie, da ja doch die Stellung der Uredineen bei den Basidiomyceten heute allgemein anerkannt sein dürfte. Dagegen schien es mir zweckmässig, die Ausdrücke Spermogonien und Spermatien einstweilen noch beizubehalten, obwohl ich keineswegs der Ansicht bin, dass dieselben sexuellen Organen homolog seien.

[1]) Recherches sur le développement de quelques champignons parasites. Annales des sciences naturelles. Botanique. Sér. 4, T. 20, 1863, p. 72 ff.

[2]) British Uredineae and Ustilagineae 1889, p. 120.

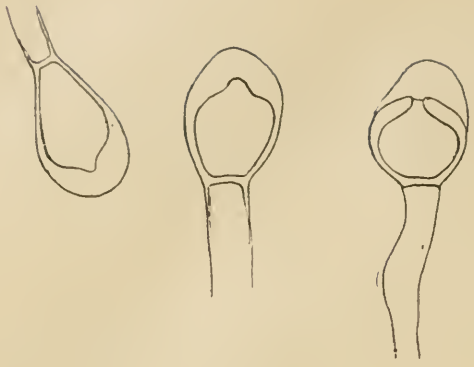


Fig. 1.
Uromyces Fabae auf Vicia Cracca
Vergr. 620.

Nebenstehende Fig. 1 stellt diese Teleutosporen dar, genau mit der Camera lucida entworfen. Dieses Material wurde am 7. Mai 1895 auf Sämlinge von *Pisum sativum* (2 Töpfe), *Faba vulgaris* (1 Topf) und *Lathyrus vernus* (2 Töpfe) aufgelegt. Ein Kontrollversuch auf Objectträger ergab am 9. Mai reichliche Produktion von Basidiosporen. Am 16. Mai sah man auf *Pisum sativum* weisslich gefärbte, vorgewölbte Stellen an einigen Blättern, am 20. Mai Spermogonien. Später hatten die Pflanzen stark unter Schneckenfrass zu leiden, aber immerhin fanden sich am 3. Juni an denselben einige vereinzelte Aecidien. *Faba vulgaris* dagegen, sowie *Lathyrus vernus* blieben frei von Infection.

Auch der umgekehrte Versuch gelang mit *Pisum sativum:* am 27. Mai 1895 sammelte ich am gleichen Standorte, an welchem im vorangehenden Herbste die Teleutosporen aufgetreten waren, *Vicia Cracca* mit Aecidien. Zweige derselben wurden Tags darauf auf *Pisum sativum* gelegt. Am 11. Juni fanden sich an letzterem auf wenigstens 7 Blättern, zum Teil in ziemlich grosser Zahl, Uredolager. Dieses Resultat ist freilich deshalb nicht ganz einwandfrei, weil beim Sammeln des *Uromyces Orobi* auch Aecidien des *Uromyces Pisi* in derselben Büchse untergebracht worden waren.

Eine dritte Versuchsreihe wurde wiederum mit Teleutosporen ausgeführt und zwar kam dabei gleiches Material wie in der ersten Versuchsreihe zur Verwendung. Diese Teleutosporen wurden am 29. Mai 1895 aufgelegt auf: *Lathyrus montanus* (2 Töpfe), *Faba vulgaris* (Sämling), *Lathyrus vernus* (Sämlinge, 1 Topf), *Phaseolus vulgaris* (Sämlinge, 1 Topf), *Pisum sativum.* Am 14. Juni war *Faba vulgaris* total zerfressen. *Lathyrus montanus, Phaseolus vulgaris, Lathyrus vernus* zeigten einen negativen Infectionserfolg; einzig auf *Pisum sativum* waren, an wenigstens zwei Blättern, Spermogonien zu finden.

Aus diesen Versuchen geht hervor:

1. dass die Form auf *Vicia Cracca* identisch ist mit derjenigen auf *Pisum sativum;*
2. dass *Lathyrus vernus* und *L. montanus,* sowie *Phaseolus vulgaris* und *Faba vulgaris* von derselben nicht befallen werden. Dies

bedarf freilich in Hinblick auf die geringe Zahl von Versuchen und auf die für *Faba vulgaris* abweichenden Resultate von de Bary und Plowright noch der Bestätigung;

3. falls nicht eine Verunreinigung durch *Uromyces Pisi* stattgefunden hat, geht aus dem zweiten Versuche hervor, dass *U. Orobi* nicht eine wiederholte Aecidienbildung besitzt, wie dies nach Dietels[1]) Untersuchungen für *U. Ervi* der Fall ist.

Uromyces Alchemillae (Pers.) und Uromyces Alchemillae alpinae Ed. Fischer.

Unter dem Namen *Uromyces* (*Trachyspora*) *Alchemillae* wurden bisher alle jene *Uromyces*formen vereinigt, welche auf *Alchemilla vulgaris* und Verwandten, *A. alpina* und Verwandten, sowie auf *A. pentaphylla* besonders in unsern Voralpen ausserordentlich häufig auftreten und sich durch das meist grobwarzige Epispor ihrer Teleutosporen auszeichnen. Es gehören diese Formen sämtlich zu denjenigen, deren Mycel im Rhizom der Nährpflanze überwintert und dann in die jungen Blätter wachsend dieselben mehr oder weniger auffallend deformiert und auf deren Unterseite zahlreiche Sporenlager produziert. Von dieser Mycelüberwinterung habe ich mich mehrfach durch Kulturversuche überzeugen können, indem ich pilzbefallene Exemplare der drei genannten Alchemillen in Töpfe einpflanzte und dieselben im folgenden Jahre auch wieder sporenbehaftete, mehr oder weniger deformierte Blätter bilden sah. Aecidien sind nicht bekannt; da aber bis jetzt meines Wissens noch niemals erfolgreiche Infectionen mit Teleutosporen ausgeführt wurden, so können wir nicht mit Sicherheit behaupten, dass Aecidien wirklich fehlen; thatsächlich sind dieselben aber wegen der Mycelüberwinterung und der Uredosporenbildung für die Erhaltung der Art nicht absolut notwendig.

Bei der Untersuchung dieses *Uromyces Alchemillae* fiel es mir nun auf, dass ich, während auf *Alch. vulgaris* und Verwandten sowohl Uredo- als auch Teleutosporen, oft beide in denselben Lagern, sehr häufig angetroffen werden, Uredosporen auf *A. alpina* oder *A. pentaphylla* nie auffinden konnte.[2]) Man könnte geneigt sein, zur Erklärung dieser Thatsache an einen Standortseinfluss zu denken, in dem Sinne, dass *Uromyces Alchemillae* nur in tiefern Lagen, wo *Alch. vulgaris* allein vorkommt, Uredo zu bilden vermöge. Dem widersprechen aber folgende Beobach-

[1]) Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten Bd. III, 1893, p. 258 ff.

[2]) Im Widerspruch damit steht allerdings eine Angabe von Winter (Hedwigia 1879. pag. 129—133), der am Speer auf Alch. alpina Uredo gefunden haben will.

tungen: bei Adelboden, im Berner Oberland, fand ich den *Uromyces* auf *Alch. alpina* bei 1650 M. Meereshöhe ausschliesslich Teleutosporen bildend, während derjenige auf *Alch. vulgaris* in derselben Höhe und aufwärts bis 2200 M. sowohl Teleutosporen als auch Uredo bildete. Ferner waren auf *Uromyces*-befallenen *Alch. pentaphylla*, welche ich im Berner botanischen Garten kultivierte, niemals Uredosporen zu finden. Man wird also entweder annehmen müssen, dass *U. Alchemillae* nur auf *Alch. vulgaris* Uredo zu bilden im Stande ist, oder aber man muss den *Uromyces* auf *Alch. alpina* und *Alch. pentaphylla* einerseits und denjenigen auf *Alch. vulgaris* andererseits als besondere Arten betrachten, von denen der erstere ein *Mikro-Uromyces*, der letztere ein *Hemiuromyces* ist. Wenn man die bisher über die Uredineen bekannten Thatsachen ins Auge fasst, so wird man unbedingt letzterer Auffassung den Vorzug geben, trotzdem zwischen den Teleutosporen der beiden Formen ein morphologischer Unterschied nicht wahrgenommen werden kann.

Die Infectionsversuche, welche ich ausgeführt habe, sind in dieser Frage nicht ganz entscheidend gewesen, sprechen aber doch ebenfalls eher zu Gunsten der zweiten Ansicht:

Am 15. Mai 1893 wurden Uredosporen der Form von *Alch. vulgaris* ausgesät auf *A. vulgaris* und *Alch. pentaphylla*. Von ersterer kamen zwei Exemplare zur Verwendung; am 5. Juni fand ich nun an einem derselben zahlreiche, auf der Blattfläche zerstreute Teleutosporenlager, während bei *Alch. pentaphylla* die Sporenaussaat ohne Erfolg blieb.

Am 7. Juni 1894 wurden mehrere *Alch. vulgaris* und *Alch. alpina* mit Uredosporen derselben Form besät, aber bloss eines der Exemplare von *Alch. vulgaris* liess bei der im Juli vorgenommenen Durchsicht der Versuche Sporenlager auffinden, wiederum auf der Blattfläche zerstreut.

Wenn wir nun auch diese zwei Experimente hinsichtlich ihres Resultates nicht als ganz entscheidend betrachten dürfen, so sprechen sie doch entschieden eher dafür, dass der *Uromyces* der *Alchemilla vulgaris* nicht auf *A. pentaphylla* und *Alch. alpina* übergeht.

Infectionsversuche mit Teleutosporen hatten bis jetzt keinen Erfolg, obwohl ich die Keimung der letztern ab und zu beobachten konnte: im Dezember 1892 wurden frische Teleutosporen von *Alch. alpina* entnommen und auf Objectträger ausgesät; nach einigen Tagen hatten mehrere derselben Keimschläuche gebildet, die zum Teil dünnere Seitenzweige abgaben, an denen ich aber keine Basidiosporen bemerkte. Im Februar 1893 wurde ein abgestorbenes Teleutosporen-tragendes Blatt einer im Freien kultivierten *Alch. pentaphylla* auf einem Objectträger feucht gestellt: zwei Tage nachher fand ich abgeworfene Basidiosporen. Im März und April zeigten Teleutosporen, welche von frischen Blättern einer überwinterten *Alch. pentaphylla* stammten, wiederum Keimung, aber

bloss Keimschläuche ohne Basidiosporen. Es scheint demnach, dass die Teleutosporen des *Uromyces* auf *Alch. alpina* und *pentaphylla* den ganzen Winter über keimfähig sind.

Nach dem Gesagten dürften unter *Uromyces Alchemillae* zwei Arten versteckt sein; für diejenige auf *Alch. vulgaris* ist dieser Name beizubehalten, diejenige auf *Alch. alpina* und *pentaphylla* habe ich dagegen *Uromyces Alchemillae alpinae* genannt.[1]) Die biologischen Verhältnisse derselben würden sich folgendermassen gestalten:

Bei *U. Alchemillae* wächst das Mycel in die sich entwickelnden Blätter hinein, welche dadurch deformiert werden (Verlängerung des Blattstiels, Verkleinerung der Spreite) und produziert an der Unterseite derselben dichtstehende Uredolager, in welchen dann späterhin auch Teleutosporen gebildet werden können. Die Uredosporen gelangen dann auf ausgewachsene Blätter und produzieren hier kleine, lokal entwickelte Mycelien (aber natürlich keine Deformation), aus welchen kleine, rundliche, auf der Spreite zerstreute Teleutosporenlager hervorgehen. — Anders *U. Alchemillae-alpinae:* das Mycel, welches in die sich entwickelnden Blätter hineinwächst und dieselben deformiert, produziert an der Untenseite direkt dichtstehende Teleutosporenlager, aber keinen Uredo, und deshalb kommt auch die zweite Form der Teleutosporenlager, die auf der Blattfläche zerstreut auftritt, nicht zur Ausbildung.

Uromyces Cacaliae (DC.).[2])

In den Floren (Winter, Schröter) wurde dieser Pilz immer als *Uromycopsis* betrachtet, d. h. als ein *Uromyces*, welcher Spermogonien, Aecidien und Teleutosporen besitzt. Es geschah dies aus dem Grunde, weil man auf derselben Nährpflanze *(Adenostyles)* sowohl Aecidien als auch Teleutosporen auftreten sah, immerhin wie ich glaube selten zusammen. Da aber für die wirkliche Zusammengehörigkeit dieser Aecidien und Teleutosporen bisher keine Beweise vorgebracht wurden und ich auch nie zwischen diesen beiden Sporenformen Beziehungen in der gegenseitigen Lage beobachtet hatte, welche für eine solche Zusammengehörigkeit sprechen (z. B. kreisförmige Anordnung der Teleutosporen um Aecidiengruppen herum od. dergl.), so hielt ich immerhin die Möglichkeit nicht für ausgeschlossen, dass die Aecidien in den Entwicklungskreis einer andern Art als *U. Cacaliae* gehören. Dies bestätigte sich denn auch durch einen Versuch, welchen ich im Sommer 1894 ausführte.

[1]) Bulletin de la société botanique de France T. XLI p. CCXLI.

[2]) Vorläufige Mitteilung s. Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1895, Sitzungsbericht vom 25. Mai.

Teleutosporenlager, welche ich am 9. Juli 1893 am Fusse des Brünlihornes bei Mürren gesammelt und in Bern überwintert hatte, wurden am 23. Mai 1894 auf jüngere Blätter einer Topfpflanze von *Adenostyles alpina* gebracht. Am 14. Juni fand ich an einem Blatte oberseits einen gelblichen Fleck, aber ohne jede Spur von Spermogonien, an der entsprechenden Stelle der Unterseite war eine Gruppe von jungen Sporenlagern zu sehen; etwas später wurde deren mikroskopische Untersuchung vorgenommen, welche Teleutosporen unseres *U. Cacaliae* ergab. Späterhin flossen die einzelnen auf dem befallenen Flecke aufgetretenen Lager zusammen und bildeten einen zusammenhängenden Überzug. Andere, nicht inficierte *Adenostyles*pflanzen, welche als Kontrollversuch dienten, blieben während der ganzen Dauer des Versuchs gesund.

Nach diesem Resultate — und trotzdem nur ein einziger Teleutosporen-tragender Fleck erzielt wurde — kann mit aller Bestimmtheit gesagt werden, dass aus den Basidiosporen von *U. Cacaliae* direkt wieder ein Teleutosporen-bildendes Mycel hervorgeht. *U. Cacaliae* ist also ein *Mikrouromyces* und für das Aecidium ist eine andere Unterkunft zu suchen.

Puccinia dioicae Magnus. [1])

Die einzigen experimentellen Untersuchungen über *Puccinia dioicae* sind von Schröter ausgeführt worden [2]), welcher durch Aussaat der Basidiosporen auf *Cirsium oleraceum* Spermogonien erzielte. Später fand Rostrup [3]) bei Kopenhagen das Aecidium auf *Cirsium palustre* mit *Pucc. dioicae* vergesellschaftet und Johanson und Rostrup [4]) ebenso ausserdem auch die Aecidien auf *Cirsium lanceolatum* und *arvense*. Endlich fand 1892 Juel [5]) eine Blattrosette von *Cirsium heterophyllum*, deren Blätter sehr reichlich mit Aecidien besetzt waren und dicht daneben wuchsen Exemplare von *Carex dioica L.*, deren trockene Blätter mit Teleutosporen einer *Puccinia* versehen waren, die mit *P. dioicae* Magnus übereinstimmten.

Auf dem Selhofenmoos bei Bern kommt *P. dioicae* in grosser Menge auf *Carex Davalliana* vor und an derselben Stelle treten im Frühjahr auf *Cirsium oleraceum* und *C. palustre* Aecidien auf. Dieses reichlich zu Gebote stehende Material wurde zur Ausführung einiger Versuchsreihen

[1]) Vorläufige Mitteilung hierüber siehe Comptes-rendus de la Soc. helvétique des sciences nat. 1896 p. 182 ff.

[2]) Nach Schles. Kryptogamenflora, Pilze I p. 330.

[3]) Nogle nye Jagttagelser angaaende heteroeciske Uredineer. Oversigt over det kgl. Danske Videnskabernes Selskabs Forhandlingar 1884.

[4]) Nach Plowright British Uredineae and Ustilagineae p. 173.

[5]) Botanisches Centralblatt 1895 Band LXIV p. 378.

benützt, welche dazu dienten, die Zusammengehörigkeit des Aecidium mit genannter *Puccinia* zu erhärten und über den Kreis der Aecidien-Wirthpflanzen weitern Aufschluss zu geben.

Die ersten Versuche wurden 1892 ausgeführt in der Absicht, mich von der Verschiedenheit von *P. dioicae* und *P. silvatica* zu überzeugen. Ich legte zu dem Zwecke überwinterte Teleutosporenlager der *P. dioicae* am 5. April gleichzeitig auf Topfpflanzen von *Cirsium oleraceum* und *Taraxacum officinale*. Am 11. April, deutlicher dann am 12. April zeigten sich auf *Cirsium oleraceum* Spermogonien, am 30. April das erste offene Aecidium, welchem später weitere folgten. Die *Taraxacum*pflanzen dagegen blieben, so lange sie in Beobachtung standen, d. h. bis zum 10. Mai, völlig frei von Spermogonien oder Aecidien.

Eine weitere Versuchsreihe, die am 27. März 1893 eingeleitet wurde, bezweckte weitern Aufschluss über den Kreis der Nährpflanzen von *P. dioicae*, namentlich auch im Hinblick auf die Beziehungen zu den später zu besprechenden *Pucc. Caricis-montanae* und *P. Aecidii-Leucanthemi*. Überwinterte Teleutosporen-tragende Blätter von *Carex Davalliana* wurden aufgelegt auf:

Nr. 1 *Cirsium eriophorum*,
Nr. 2 *Centaurea montana*,
Nr. 3 » *Scabiosa*,
Nr. 4 *Cirsium oleraceum*,
Nr. 5 *Senecio cordatus*,
Nr. 6 *Aposeris foetida*,
Nr. 7 *Chrysanthemum Leucanthemum*,
Nr. 8 *Cirsium eriophorum*,

jede der genannten Pflanzen in einem besondern Blumentopf. Ein Kontrollversuch auf Objectträger ergab am folgenden Tage Basidiosporenbildung, wenn auch nicht reichlich. Der Erfolg war folgender:

Nr. 1: Am 5. April wurden an einem Blatte etwas hellere Flecke, am 7. April Spermogonien wahrgenommen; am 13. April waren letztere ziemlich reichlich vorhanden. Später starben jedoch die inficierten Blatteile ab.

Nr. 4: Am 5. April sind die ersten Andeutungen von Spermogonienbildung zu erkennen, am 7. April findet man an einem Blatte massenhafte, an einem zweiten vereinzelte Spermogonien oder verfärbte Flecke, am 19. April an mehreren Stellen offene Aecidien, die sich bis zum 25. April reichlich entwickeln.

Nr. 8 zeigt am 10. April zwei kleine spermogonientragende Flecke an einem Blatte, am 25. April sind daselbst gut ausgebildete Aecidien zu beobachten.

Nr. 2, 3, 5, 6, 7 dagegen blieben während der ganzen Versuchsdauer von Spermogonien und Aecidien frei.

Puccinia dioicae bildet ihre Aecidien somit nicht nur auf *Cirs. oleraceum*, sondern auch auf *C. eriophorum*. Dagegen geht sie (soweit ein Schluss aus einer so geringen Zahl von Versuchen zulässig ist) nicht auf *Centaurea montana*, *C. Scabiosa*, *Senecio cordatus*, *Aposeris foetida* und *Chrysanthemum Leucanthemum*; sie darf somit nicht als identisch betrachtet werden mit *P. Caricis-montanae* und *P. Aecidii-Leucanthemi*.

Eine letzte Versuchsreihe, ausgeführt im Jahre 1896, hatte hauptsächlich die Klarlegung der Beziehungen zu *Puccinia Caricis-frigidae* zur Aufgabe. Auch hier dienten wiederum überwinterte Teleutosporen aus dem Selhofenmoos. Dieselben wurden auf folgende Pflanzen aufgelegt (jede Nummer bezeichnet einen besondern Blumentopf):

Nr. 1—4 *Cirsium rivulare* (?) Sämlinge vom Frühjahr 1896.

Nr. 5—8 *Cirsium palustre*, im Herbst 1895 im Selhofenmoos ausgegraben und in Töpfe gepflanzt. [1])

Nr. 9—10 *Cirsium oleraceum*, im Herbst 1895 im Selhofenmoos ausgegraben und in Töpfe gepflanzt. [1])

Nr. 11—12 *Cirsium spinosissimum*, im Sommer 1895 am Berninapass ausgegraben.

Nr. 13—16 *Cirsium heterophyllum*, im Sommer 1895 im Ober-Engadin ausgegraben.

Diese Versuche wurden am 30. Mai, am 6. und 13. Juni einer Durchsicht unterworfen und ergaben folgende Resultate:

Nr. 1 *(Cirs. rivulare?)*: am 30. Mai an einem Blatte sehr zahlreiche Spermogonien, an einem weitern zerstreute kleine Gruppen von solchen; am 6. Juni waren Aecidien zu sehen. Am 13. Juni trugen zwei Blätter zahlreiche Aecidiengruppen.

Nr. 2 *(Cirs. rivulare?)*: am 30. Mai wie Nr. 1, am 6. Juni an wenigstens drei Blättern zahlreiche Spermogoniengruppen; am 13. Juni ist die Pflanze total zerfressen.

Nr. 3 *(Cirsium rivulare?)*: am 30. Mai an zwei Blättern Anfänge von Spermogoniengruppen; am 6. Juni sind an drei Blättern zahlreiche Spermogonien vorhanden, an einem derselben Aecidien; am 13. Juni tragen zwei Blätter Aecidien, eines derselben massenhaft.

Nr. 4 *(Cirsium rivulare?)*: am 30. Mai zeigen zwei Blätter zahlreiche junge Spermogonien, am 6. Juni 5 Blätter Spermogonien und zum

[1]) Obwohl diese Pflanzen aus der Nähe des Teleutosporenstandortes stammten, konnten sie ohne Gefahr verwendet werden, da eine Überwinterung des Aecidienmycels in den Blättern nicht stattfindet. — Bei der Gelegenheit sei auch erwähnt, dass dieselben Aecidiennährpflanzen in mehreren Versuchsreihen in zwei oder drei aufeinanderfolgenden Jahren zur Verwendung kamen.

Teil auch Aecidien; am 13. Juni ist die Pflanze stark zerfressen, indess ist noch ein Blatt mit massenhaften Aecidien vorhanden.

Nr. 5 *(Cirsium palustre)*. Am 30. Mai ist noch kein Erfolg der Infection wahrzunehmen; am 6. Juni zeigen cirka drei Blätter Spermogonien, am 13. Juni ausserdem junge Aecidienanlagen.

Nr. 6 *(Cirsium palustre)*. Am 30. Mai noch kein Erfolg zu bemerken, am 6. Juni tragen cirka 5 Blätter Spermogonien, am 13. Juni zeigen sich an einem Blatte reichliche Aecidien.

Nr. 7 *(Cirsium palustre)*. Am 30. Mai ist an einem Blatte eine sehr junge Spermogoniengruppe zu sehen, am 6. Juni an zwei Blättern ziemlich zahlreiche Spermogonien; am 13. Juni an zwei Blättern reichliche Aecidien, an einem weitern zwei Spermogoniengruppen.

Nr. 8 *(Cirsium palustre)*. Am 30. Mai ist noch kein Erfolg der Infection wahrzunehmen, am 6. Juni tragen 3 Blätter zahlreiche Spermogonien, am 13. Juni zeigen diese reichliche Aecidien.

Nr. 9 *(Cirsium oleraceum)*. Am 30. Mai zeigt ein Blatt viele junge Spermogoniengruppen; am 6. Juni trägt dasselbe massenhafte Aecidiengruppen, ein zweites viele Spermogonienflecke, 1—2 weitere vereinzelte Flecke. Am 13. Juni sind massenhafte Aecidien an zwei Blättern, eine Gruppe von solchen an einem dritten zu finden.

Nr. 10 *(Cirsium oleraceum)*. Am 30. Mai sind auf einem Blatte vereinzelt junge Spermogoniengruppen bemerkbar, am 6. Juni an demselben viele junge Aecidiengruppen und an einem weitern vereinzelte Spermogonienflecke; am 13. Juni massenhaft Aecidien am einen, einige Gruppen von jungen Aecidien am andern dieser Blätter.

Nr. 11 *(Cirsium spinosissimum)*. Am 30. Mai an zwei Blättern junge Spermogonien, am 6 Juni an cirka 8 Blättern zum Teil reichliche Gruppen von solchen; am 13. Juni tragen 2—3 Blätter Gruppen von jungen Aecidien, eines derselben in grosser Zahl.

Nr. 12 *(Cirsium spinosissimum)*. Am 30. Mai sind an einem Blatte mehrere junge Spermogoniengruppen zu sehen, am 6. Juni an cirka 4 Blättern solche zum Teil in Menge, auch eine Aecidiengruppe; am 13. Juni ist ein Blatt abgestorben, an einem andern befinden sich mehrere Aecidiengruppen.

Nr. 13 *(Cirsium heterophyllum)*. Am 30. Mai junge Spermogoniengruppen an einem Blatt; am 6. Juni solche an 3 Blättern zum Teil zahlreich, auch eine Aecidiengruppe; am 13. Juni zahlreiche Aecidiengruppen an zwei Blättern, an einem dritten mehrere angeschwollene Stellen, aber nur wenige offene Becher.

Nr. 14 *(Cirsium heterophyllum)*. Am 30. Mai ist noch kein sicheres Infectionsresultat zu konstatieren, am 6. Juni sieht man an 5—6 Blättern Spermogoniengruppen und zwar an einem derselben in grosser

Zahl: am 13. Juni an 4 Blättern zum Teil sehr zahlreiche Gruppen von Aecidien.

Nr. 15 *(Cirsium heterophyllum)*. Am 30. Mai an einem Blatte junge Spermogoniengruppen; am 6. Juni sind dieselben sehr zahlreich, zum Teil von Aecidien begleitet, zwei weitere Blätter tragen Spermogoniengruppen in geringerer Zahl. Am 13. Juni sind an einem Blatte massenhafte Aecidien entwickelt.

Nr. 16 *(Cirsium heterophyllum)*. Am 30. Mai ist noch kein sicheres Infectionsresultat zu sehen, am 6. Juni findet man an 5 Blättern zum Teil zahlreiche Spermogoniengruppen, am 13. Juni an 5 Blättern zum Teil reichlich Aecidien.

Als Resultat ergibt sich also aus dieser Versuchsreihe eine erfolgreiche Infection der sämtlichen Versuchspflanzen. Verschiedenheiten zwischen denselben zeigten sich allerdings insoferne, als bei *Cirsium palustre* in der Mehrzahl der Exemplare die Entwicklung des Parasiten langsamer vor sich ging als bei den übrigen Cirsien; insbesondere machte sich dies durch späteres Auftreten der Spermogonien geltend. Trotzdem erfolgte aber die Entwicklung des Pilzes nicht weniger reichlich als in den andern Versuchen. *Cirsium palustre* ist also für *Puccinia dioicae* nicht weniger empfänglich als die andern Arten; hingegen dürfte vielleicht seine Epidermis dem Eindringen grössern Widerstand leisten, daher die Verspätung. Dagegen war der Erfolg der Infection auf den verschiedenen Blättern ein und derselben Pflanze ein sehr ungleicher: bei den einen Blättern trat der Erfolg rascher auf als bei den andern, ferner entwickelte sich bei den einen der Pilz reichlicher als bei den andern, und während er bei den einen bis zur Aecidienbildung fortschritt, wurden auf den andern nur Spermogonien gebildet. Diese Verschiedenheit ist darauf zurückzuführen, dass im Momente der Infection die Blätter ungleich alt und infolgedessen ungleich empfänglich waren: in ältern Blättern erfolgte das Eindringen der Keimschläuche spärlicher und die Mycelentwicklung langsamer.

Dass keines der oben beschriebenen günstigen Resultate auf eine zufällige, fremde Infection zurückzuführen ist, das ergibt sich einerseits aus der grossen Regelmässigkeit des Erfolges; sodann aber auch aus dem Verhalten der Kontrollpflanzen: Es standen nämlich in einem Kasten im botanischen Garten 5 diesjährige, aus Samen gezogene *Cirsium rivulare* (?), 6 *Cirsium palustre*, 8 *Cirsium oleraceum*, 17 diesjährige, aus Samen gezogene *Cirsium spinosissimum*, 3 im Vorjahre aus dem Engadin mitgebrachte *C. spinosissimum*, 20 Sämlinge von *C. heterophyllum*, 24 im Vorjahre im Engadin gesammelte *C. heterophyllum*. Dieselben erwiesen sich bei einer Revision am 24. Juni sämtlich frei von Spermogonien oder Aecidien.

Puccinia dioicae bildet somit ihre Aecidien auf *Cirsium oleraceum*, *C. rivulare* (?), *C. palustre*, *C. spinosissimum* und *C. heterophyllum*: nicht aber, soweit die Versuche reichen, auf *Taraxacum officinale*, *Aposeris foetida*, *Centaurea montana*, *C. Scabiosa*, *Senecio cordatus* und *Chrysanthemum Leucanthemum*.

Puccinia Caricis frigidae Ed. Fischer.[1])

In seinem ersten Verzeichnis der ihm aus dem Kanton Graubünden bekannt gewordenen Pilze[2]) bezeichnet P. Magnus mit dem Namen *Puccinia Cirsii heterophylli* provisorisch eine autoecische *Puccinia*-Art, die G. Winter im August 1880 bei St. Moritz im Engadin gleichzeitig in der Aecidien- und Uredoform auf *Cirsium heterophyllum* gesammelt hat. Magnus bemerkt dazu: « Ob aber das Aecidium und Uredo und Puccinia in den Entwicklungskreis einer Art gehören, oder ob doch etwa das Aecidium, wie das Aecidium auf *Cirsium palustre* zu einer heteroecischen *Puccinia* gehört und die « Uredo und Puccinia » zur *Puccinia Hieracii*, was nach Winters Befund nicht wahrscheinlich ist, müssen ausgedehntere Beobachtungen feststellen », und weiter unten: « Fuckel[3]) erwähnt noch, dass er auf *Cirsium heterophyllum* (ebenfalls bei St. Moritz) ein Aecidium gesammelt hat, das ihm vom eben erwähnten *(Aecidium Cirsii* auf *C. Erisithales)* verschieden zu sein scheint und auf dessen Nährpflanzen er keine *Puccinia*-Lager traf. Wie Schröter experimentell festgestellt hat, gehört das Aecidium auf *Cirsium oleraceum* in der Ebene zu *Puccinia dioicae* Magn. » — In einer späteren Publikation[4]) spricht sich Magnus dann aber ganz bestimmt dahin aus, dass besagtes Aecidium einer heteroecischen Art angehöre: « Wie schon aus dem Gesagten hervorgeht, stelle ich jetzt zu dieser Art (*Pucc. Cirsii* Lasch) auch die auf *Cirsium heterophyllum* und *C. Erisithales* auftretenden Puccinien, die ich auf Grund der Angaben von Winter und Fuckel als autoecische Arten glaubte von der auf den andern *Cirsium*arten auftretenden *Puccinia* absondern zu müssen. Nachdem ich aber aus der Schweiz und Tirol im Juli und sogar im Juni gesammelte Exemplare in demselben charakteristischen Auftreten wie auf *Cirsium oleraceum* gesehen habe, und nachdem die Stylosporen und Teleutosporen völlig bis auf die Grösse des Hofes der Keimporen der Stylosporen übereinstimmen und ich vor allen Dingen Blätter mit schon vergangenen Aecidien ohne Uredoräschen fand,

[1]) Die vorläufige Mitteilung über diese Untersuchung findet sich in Comptes-rendus de la société helvétique des sciences naturelles 1896 p. 182 ff.

[2]) XXXIV. Jahresbericht der Naturforschenden Gesellschaft Graubündens 1890.

[3]) Symbolae Mycologicae. 3. Nachtrag 1875, p. 13.

[4]) Ueber die auf Compositen auftretenden Puccinien mit Teleutosporen vom Typus der P. Hieracii etc. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Jahrgang 1893. Bd. XI, p. 453 ff.

muss ich die von Winter und Fuckel auf *Cirsium heterophyllum* und *C. Erisithales* beobachteten Aecidien für isolierte Aecidien heteroecischer Uredineen ansprechen.»

Ein Aufenthalt im Oberengadin im Sommer 1895 gab mir Gelegenheit, diesen *Cirsium*-Aecidien nähere Aufmerksamkeit zu schenken und die Frage ihrer Zugehörigkeit ins Reine zu bringen. Schon beim Eintritt ins Oberengadin, auf der Julierpasshöhe (2240 M. ü. M.), fand ich auf *Cirsium spinosissimum* ein Aecidium, das keinenfalls zu *Puccinia Cirsii* gehören konnte, da ich mich schon früher[1]) durch Versuche überzeugt hatte, dass letztere keine Aecidien besitzt. Es war vielmehr anzunehmen, dass dasselbe zu einer heteroecischen Art gehöre, und nach Analogie anderer Compositen-bewohnender Aecidien war als Teleutosporennährpflanze in erster Linie an eine *Carex* zu denken. Eine solche stand denn auch unmittelbar neben dem Aecidien-tragenden *Cirsium*, nämlich *Carex frigida*, doch bemerkte ich damals an derselben weder Uredo- noch Teleutosporen. Es war das am 8. August.

Eine weitere Beobachtung am 12. August brachte die Frage der Lösung näher: Im Walde gegenüber Celerina, auf dem rechten Innufer (bei ca. 1700 Meter), fand ich an einer etwas sumpfigen Stelle auf den Blättern von *Cirsium heterophyllum* in grösserer Menge das von Magnus besprochene Aecidium. Daneben stand wieder *Carex frigida*, aber diesmal liessen sich an den abgestorbenen letztjährigen Blättern Teleutosporenlager einer *Puccinia* entdecken. Die diesjährigen Blätter zeigten am 12. August bloss die ersten Anfänge von Sporenlagern, aber am 22. August waren auf denselben reichliche Teleutosporenlager entwickelt. Das sprach nun schon sehr deutlich zu Gunsten der vermuteten Heteroecie; da sich aber auf den Blättern des *Cirsium heterophyllum* auch Uredolager zeigten, so war immerhin die andere Möglichkeit, nämlich Zugehörigkeit zu einer autoecischen Art, nicht ausgeschlossen. Nun fand ich aber ebenfalls am 12. August in der Nähe von St. Moritz-Dorf, an einer trockenen Stelle, wo also *Carex frigida* nicht zu erwarten war, auf *Cirsium heterophyllum* Uredo-, resp. Teleutosporenlager, aber keine Aecidien, woraus zu schliessen ist, dass diese Uredolager nicht zu dem in Rede stehenden Aecidium gehören können.

Ferner traten zwischen Silvaplana und Campfèr auf einer sumpfigen Stelle an der Strasse die Aecidien auf *Cirsium heterophyllum* auf, wiederum in der Gesellschaft von *Carex frigida*, auf welcher Sporenlager sichtbar waren.

Endlich fand ich am Wege von Silvaplana nach dem Hahnensee Spuren alter Aecidiengruppen auf den Blättern von *Cirsium spinosissi-*

[1]) In den Versuchen, deren Resultat in den Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1894, p. XIV mitgeteilt ist, entstanden keine Aecidien

mum und in der Umgebung derselben in Menge *Carex frigida* mit Teleutosporenlagern.

Es traten also in allen diesen Fällen die Aecidien auf *Cirsium heterophyllum* und *spinosissimum* da auf, wo auch *Carex frigida* in der Nähe stand, und daraus ist fast mit Sicherheit zu schliessen, dass diese Aecidien zu der auf dieser *Carex* gefundenen Puccinie gehören. Um aber den definitiven Beweis zu leisten, waren Infectionsversuche notwendig. Zugleich waren solche aber auch nötig, um eine weitere aus den mitgeteilten Beobachtungen sich ergebende Frage zu beantworten, nämlich ob das Aecidium auf *Cirsium spinosissimum* und dasjenige auf *C. heterophyllum* derselben Art angehören. Endlich war es im Hinblick auf den Vergleich mit andern *Carex*-bewohnenden Puccinien, besonders mit *P. dioicae*, notwendig festzustellen, ob noch weitere *Cirsium*arten inficiert werden können.

Zu diesem Zweck wurde im Oberengadin Teleutosporenmaterial gesammelt und zwar:

1. Teleutosporen auf denjenigen *Carex frigida*, die in der Nähe von Aecidien-behafteten *Cirsium heterophyllum* standen, also mutmasslich aus den Sporen des Aecidium auf *C. heterophyllum* hervorgegangen waren (gegenüber Celerina).
2. Teleutosporen auf denjenigen *Carex frigida*, die in der Nähe von Aecidien-behafteten *Cirsium spinosissimum* standen, also mutmasslich aus den Sporen des Aecidium auf *C. spinosissimum* hervorgegangen waren (am Wege von Silvaplana zum Hahnensee).

Dieses Material wurde in Bern überwintert und damit im Frühjahr 1896 zwei grössere Versuchsreihen eingeleitet:

Versuchsreihe I.

Teleutosporenlager auf *Carex frigida*, die in der Nähe von *Cirsium heterophyllum* gestanden waren, wurden am 12. Mai 1896 auf folgende Pflanzen aufgelegt:

Nr. 1 und 2. *Cirsium* (*rivulare* ?), junge Pflänzchen, Aussaat von 1896.
Nr. 3. *Cirsium eriophorum*. Aussaat vom Jahre 1895. (?)
Nr. 4 und 5. *Cirsium eriophorum*, junge Pflanzen, Aussaat vom Jahre Jahre 1896.
Nr. 6 und 7. *Cirsium (rivulare?)* junge Pflänzchen, Aussaat von 1896.
Nr. 8—11. *Cirsium palustre*, im Herbst 1895 im Selhofenmoos bei Bern ausgegraben und in Töpfe gepflanzt.
Nr. 12—17. *Cirsium spinosissimum*, im Sommer 1895 am Berninapass ausgegraben.
Nr. 18—21. *Cirsium spinosissimum*, junge Pflänzchen, Aussat von 1896.

Nr. 22—25. *Cirsium heterophyllum*, im Sommer 1895 gegenüber Celerina und bei Campfer im Oberengadin ausgegraben.

Nr. 26—29. *Cirsium heterophyllum*, junge Pflänzchen, Aussaat von 1896.

Jede Nummer bezeichnet auch hier einen Blumentopf, in welchem meist eine, manchmal mehr als eine Pflanze stand.

Diese Versuche wurden nun zum Teil schon am 20. und 21. Mai, dann aber sämtlich am 22., 27. und 30. Mai, sowie am 6. und 8. Juni einer Durchsicht unterworfen. Dabei ergaben sich folgende Resultate:

Nr. 1 *(Cirsium rivulare?)* Am 27. Mai bemerkte ich zum erstenmale eine vereinzelte Spermogoniengruppe, später mehrere solche.

Nr. 2 *(Cirsium rivulare?)* Am 27. Mai zwei Blätter mit ziemlich vielen Spermogonien; am 6. Juni schöne Aecidiengruppen.

Nr. 3 *(Cirsium eriophorum)*. Am 30. Mai an einem Blatte 2—3 Spermogoniengruppen, später mehrere solche.

Nr. 4 *(Cirsium eriophorum)*. Am 21. Mai junge Spermogonien an einem Blatte; am 27. Mai zeigen sich solche an drei Blättern; am 6. Juni an einem derselben reichliche Aecidien.

Nr. 5 *(Cirsium eriophorum)*. Am 23. Mai an einem Blatte eine Spermogoniengruppe, am 27. Mai mehrere solche; später erschien das Blatt stark zerfressen, liess aber immerhin am 6. Juni eine kleine Aecidiengruppe erkennen.

Nr. 6 *(Cirsium rivulare?)*. Am 23. Mai an einem Blatte eine Spermogoniengruppe, am 27. Mai mehrere solche; da aber das Blatt geknickt wurde, so konnte es nicht weiter beobachtet werden. Am 27. Mai zeigten sich übrigens auch auf einem zweiten Blatte vereinzelte Spermogoniengruppen.

Nr. 7 *(Cirsium rivulare?)* Am 23. Mai an einem Blatte mehrere Spermogoniengruppen, die sich bis zum 27. Mai vermehrt hatten; am 30. Mai ist das befallene Blatt stark zerfressen.

Nr. 8, 9, 10, 11 *(Cirsium palustre)* zeigen während der ganzen Beobachtungsdauer keinerlei Spuren von Spermogonien oder Aecidien.

Nr. 12, 13, 14, 15 *(Cirsium oleraceum)* bleiben ebenso während der ganzen Dauer des Versuchs vollkommen frei von Infection.

Nr. 16 *(Cirsium spinosissimum)*. Am 23. Mai an einem Blatt ziemlich viele Spermogonien; das betreffende Blatt war aber gelb geworden und das war wohl auch der Grund, weshalb keine Aecidien folgten.

Nr. 17 *(Cirsium spinosissimum)*. Am 23. Mai an einem Blatt eine, am 30. Mai mehrere Spermogoniengruppen; am 6. Juni zeigten sich bei einer der letztern einige wenige Aecidien, am 18. Juni 7 bis 8 zum Teil sehr grosse Aecidiengruppen auf demselben Blatt.

Nr. 18 *(Cirsium spinosissimum)*. Am 23. Mai an einem Blatt eine Spermogoniengruppe; am 27. Mai sind von sechs Blättern zwei mit Spermo-

gonien besetzt und zwar trägt eines derselben nur eine, das andere ziemlich viele Gruppen.

Nr. 19 *(Cirsium spinosissimum).* Am 20. Mai eine kleine Spermogoniengruppe, am 27. Mai viele solche auf einem Blatt und eine einzelne auf einem zweiten (im ganzen sind sechs noch frische Blätter vorhanden); am 6. Juni findet man junge Aecidien.

Nr. 20 *(Cirsium spinosissimum)* zeigte erst am 30. Mai an einem Blatt eine Spermogoniengruppe. Aecidien wurden nicht beobachtet.

Nr. 21 *(Cirsium spinosissimum).* Am 27. Mai tragen zwei Blätter (von vier) je eine Spermogoniengruppe, später wurden dieselben zerfressen.

Nr. 22 *(Cirsium heterophyllum).* Am 27. Mai an 3 bis 4 Blättern vereinzelte Spermogoniengruppen; am 30. Mai erscheinen die betreffenden Stellen etwas angeschwollen und am 6. Juni ist an einem dieser Blätter eine schöne Aecidiengruppe zu sehen.

Nr. 23 *(Cirsium heterophyllum).* Am 23. Mai an einem Blatt mehrere Spermogonien; am 27. Mai sind solche auf zwei Blättern zu finden; am 6. Juni erscheinen an den inficierten Stellen Verdickungen; am 18. Juni endlich war an einem Blatt eine sehr grosse Aecidiengruppe, an zwei weitern je eine verdickte Stelle mit Spermogonien zu sehen.

Nr. 24 *(Cirsium heterophyllum).* Am 30. Mai an einem Blatt eine kleine Spermogoniengruppe.

Nr. 25 *(Cirsium heterophyllum).* Schon am 20. Mai zeigen sich eine Anzahl junger Spermogonien an einer Blattspitze; am 27. Mai sind an dieser Stelle die Spermogonien sehr zahlreich; am 6. Juni findet man mehrere schöne Aecidiengruppen.

Nr. 26 *(Cirsium heterophyllum).* Am 27. Mai an einem Blatt vereinzelte Spermogoniengruppen; am 6. Juni an einem Blatte zwei Aecidiengruppen, von welchen eine sehr schön entwickelt ist; am 18. Juni an einem Blatte drei Aecidiengruppen; an einem zweiten eine Aecidien- und eine Spermogoniengruppe.

Nr. 27 *(Cirsium heterophyllum).* Am 27. Mai an einem Blatt eine Spermogoniengruppe; am 18. Juni sind auch einzelne Aecidiengruppen vorhanden.

Nr. 28 *(Cirsium heterophyllum).* Schon am 20. Mai eine kleine Spermogoniengruppe; am 23. Mai zeigen sich an zwei Blättern zahlreiche, an einem dritten eine vereinzelte Spermogoniengruppe; am 30. Mai sind höckerförmige Aecidienanfänge, am 6. Juni an zwei Blättern schöne Aecidiengruppen sichtbar.

Nr. 29 *(Cirsium heterophyllum).* Am 27. Mai vereinzelte Spermogoniengruppen an einem Blatt; am 6. Juni an einem Blatt eine Gruppe offener und zwei Gruppen noch geschlossener Aecidien.

Versuchsreihe II.

Teleutosporenlager auf *Carex frigida*, die in der Nähe von Aecidienbehafteten *Cirsium spinosissimum* gestanden waren, wurden am 28. Mai 1896 auf folgende Pflanzen aufgelegt:

Nr. 1. *Cirsium eriophorum*, älteres Exemplar aus dem botanischen Garten.
Nr. 2—5. *Cirsium eriophorum*, junge Pflanzen, Aussaat von 1896.
Nr. 6. *Cirsium spinosissimum*, 1895 am Bernina ausgegraben.
Nr. 7—10. *Cirsium spinosissimum*, junge Pflanzen, Aussaat von 1896.
Nr. 11—14. *Cirsium oleraceum*, ältere Exemplare, die teils (Nr. 11) schon in früheren Jahren zu Versuchen gedient hatten, teils (Nr. 12—14) im vorangehenden Jahre (1895) bei Bern gesammelt worden waren.
Nr. 15—17. *Cirsium heterophyllum*, 1895 im Engadin ausgegraben.
Nr. 18—21. *Cirsium heterophyllum*, junge Pflänzchen, Aussaat von 1896.
Nr. 22—23. *Cirsium palustre*, im Herbst des Vorjahres (1895) im Selhofenmoos bei Bern ausgegraben.

Diese Versuche wurden am 13., 20. und 27. Juni einer Durchsicht unterworfen, wobei sich folgendes Resultat ergab:

Nr. 1 *(Cirsium eriophorum)*. Am 13. Juni an einem Blatt zahlreiche, an zwei weitern vereinzelte Spermogoniengruppen; am 20. Juni sind Spermogonien an fünf Blättern zu sehen, zum Teil mit jungen Aecidien.
Nr. 2 *(Cirsium eriophorum)*. Am 13. Juni an einem Blatt mehrere, an einem zweiten eine Spermogoniengruppe.
Nr. 3 *(Cirsium eriophorum)*. Am 13. Juni Spermogonien an zwei Blättern, am 20. Juni Aecidien und zwar an einem Blatte reichlich, am zweiten in einer Gruppe.
Nr. 4 *(Cirsium eriophorum)*. Am 13. Juni an einem Blatt sehr zahlreiche Spermogonien; am 20. Juni ist die Pflanze stark zerfressen, daher keine Aecidien zu beobachten.
Nr. 5 *(Cirsium eriophorum)*. Am 13. Juni an einem Blatt wenige Spermogoniengruppen, am 20. Juni starker Schneckenfrass, keine Aecidien.
Nr. 6 *(Cirsium spinosissimum)*. Am 13. Juni an zwei Blättern reichliche, an einem dritten vereinzelte Spermogonien: am 20. Juni zwei Blätter mit massenhaften offenen Aecidien, drei weitere mit Spermogonien-tragenden Flecken und jungen Aecidien.
Nr. 7 *(Cirsium spinosissimum)*. Am 13. Juni an einem Blatt mehrere, an einem zweiten eine vereinzelte Spermogoniengruppe. Am 20. Juni ist die Pflanze in schlechtem Zustande; Aecidien sind nicht aufgetreten.
Nr. 8 *(Cirsium spinosissimum)*. Am 13. Juni an einem Blatte mehrere Spermogoniengruppen; am 20. Juni zeigen sich an diesem Blatte

Aecidienanlagen, am 27. Juni mehrere kleine Aecidiengruppen und an einem zweiten Blatte wurde eine Spermogoniengruppe bemerkt.

Nr. 9 *(Cirsium spinosissimum)*. Am 13. Juni an einem Blatte ziemlich viele, an zwei weitern vereinzelte Spermogoniengruppen; am 20. Juni sind junge Aecidien, zum Teil offen, zu bemerken.

Nr. 10 *(Cirsium spinosissimum)*. Am 13. Juni an einem Blatte vereinzelte Spermogoniengruppen; am 20. Juni zeigen zwei Blätter solche und zwar eine derselben mit Aecidienanfängen. Am 27. Juni zeigt ein Blatt mehrere kleine Aecidiengruppen, ein zweites — von Schnecken angefressen — 1 bis 2 Spermogoniengruppen.

Nr. 11, 12, 13, 14 *(Cirsium oleraceum)*. Während der ganzen Dauer des Versuchs zeigte sich keine Spur von Spermogonien oder Aecidien.

Nr. 15 *(Cirsium heterophyllum)*. Am 13. Juni an einem Blatte eine vereinzelte Spermogoniengruppe; am 20. eine Aecidiengruppe und auf einem weitern Blatte zwei Spermogoniengruppen.

Nr. 16 *(Cirsium heterophyllum)*. Am 13. Juni an einem Blatt viele, an einem zweiten vereinzelte Spermogoniengruppen; am 20. Juni an einem Blatte massenhafte Aecidiengruppen und an einem zweiten mehrere Infektionsflecke, von denen einer mit Aecidien. Am 27. Juni sind an letztgenanntem Blatte zwei Aecidiengruppen ausgebildet.

Nr. 17 *(Cirsium heterophyllum)*. Ein Blatt zeigt am 13. Juni vereinzelte Spermogoniengruppen, am 20. Juni eine wohlentwickelte und zwei kleinere Aecidiengruppen.

Nr. 18 *(Cirsium heterophyllum)*. Am 13. Juni an einem Blatte mehrere, an einem zweiten vereinzelte Spermogoniengruppen; am 20. Juni zeigen sich Aecidien; am 27. Juni liegen die Dinge so, dass ein Blatt drei Aecidien- und zwei Spermogoniengruppen trägt, das zweite befallene ist dagegen angefressen.

Nr. 19 *(Cirsium heterophyllum)*. Ein Blatt zeigt am 13. Juni circa drei Spermogoniengruppen, am 20. Juni bemerkt man Spermogonien auf zwei Blättern, am 27. Juni sind an einer der Infektionsstellen Aecidien entwickelt.

Nr. 20 *(Cirsium heterophyllum)*. Am 13. Juni an einem Blatte viele Spermogonien, an einem zweiten eine vereinzelte Gruppe von solchen; am 20. Juni weist das eine dieser Blätter massenhafte Aecidien, das andere einige Spermogoniengruppen auf.

Nr. 21 *(Cirsium heterophyllum)*. Am 13. Juni an einem Blatt eine vereinzelte Spermogoniengruppe, am 20. Juni eine Aecidiengruppe.

Nr. 22 und 23 *(Cirsium palustre)*. Während der ganzen Versuchsdauer zeigte sich keine Spur von Spermogonien oder Aecidien.

Zur besseren Uebersicht seien die in beiden Versuchsreihen erhaltenen Resultate noch tabellarisch zusammengestellt:

Versuchspflanze	Versuchsreihe I		Versuchsreihe II	
	No.	Resultat	No.	Resultat
Cirsium rivulare? . .	1	Spermogonien		
	2	Aecidien		
	6	Spermogonien [1])		
	7	Spermogonien [1])		
Cirsium eriophorum . .	3	Spermogonien	1	Aecidien
	4	Aecidien	2	Spermogonien
	5	Aecidien	3	Aecidien
			4	Spermogonien
			5	Spermogonien
Cirsium spinosissimum .	16	Spermogonien	6	Aecidien
	17	Aecidien	7	Spermogonien
	18	Spermogonien	8	Aecidien
	19	Aecidien	9	Aecidien
	20	Spermogonien	10	Aecidien
	21	Spermogonien [1])		
Cirsium heterophyllum .	22	Aecidien	15	Aecidien
	23	Aecidien	16	Aecidien
	24	Spermogonien	17	Aecidien
	25	Aecidien	18	Aecidien
	26	Aecidien	19	Aecidien
	27	Aecidien	20	Aecidien
	28	Aecidien	21	Aecidien
	29	Aecidien		
Cirsium palustre . . .	8	—	22	—
	9	—	23	—
	10	—		
	11	—		
Cirsium oleraceum . .	12	—	11	—
	13	—	12	—
	14	—	13	—
	15	—	14	—

In beiden Versuchsreihen konnte also durch die Teleutosporen resp. Basidiosporen der *Puccinia* auf *Carex frigida Cirsium oleraceum* und *palustre* nicht inficiert werden, während auf *Cirsium heterophyllum*, *spinosissimum*, *eriophorum* und *rivulare (?)* ohne Ausnahme ein Erfolg (Aecidien oder doch wenigstens Spermogonien) zu konstatieren war.

Das Resultat der erfolgreichen Versuche einer unbeabsichtigten Fremdinfektion zuzuschreiben, geht nicht an, weil eine Reihe von Kon-

[1]) Aecidienbildung wäre vielleicht zu Stande gekommen, wenn nicht vorzeitige Störung der Versuche stattgefunden hätte.

trollexemplaren, die im botanischen Garten in einem Kasten standen, gesund blieben. Auch eine Verunreinigung der Versuche durch *Puccinia dioicae*, mit welcher ungefähr gleichzeitig experimentiert wurde, natürlich unter möglichster Vermeidung aller Fehlerquellen, ist ausgeschlossen, da sonst *Cirsium oleraceum* und *palustre* nicht so vollständig gesund geblieben wären.

Wir kommen also zu folgenden Resultaten:

1) Die Aecidien auf *Cirsium spinosissimum* und diejenigen auf *Cirsium heterophyllum* gehören zu *Puccinia*-Teleutosporen auf *Carex frigida*.
2) Die Form, welche ihre Aecidien auf *C. spinosissimum* bildet, und diejenige, welche dieselben auf *C. heterophyllum* bildet, verhalten sich in Bezug auf die Auswahl ihrer Nährpflanzen genau gleich, beide dürfen also identificiert werden.
3) Ausser den genannten beiden Cirsien kommen als Aecidiennährpflanzen noch *C. eriophorum* und *C. rivulare (?)* in Betracht, dagegen nicht *Cirsium oleraceum* und *palustre*.

Ich habe diese Puccinia auf *Carex frigida* an anderer Stelle[1]) bereits *P. Caricis frigidae* genannt.

Es bleibt uns jetzt nur noch übrig zu untersuchen, ob dieselbe mit einer der bis jetzt bekannten *Carex*- und Compositen-bewohnenden Puccinien identisch ist. Unter diesen kommt vor allem *Pucc. dioicae* in Betracht, welche ihre Aecidien ebenfalls auf *Cirsium*arten bildet. Hält man aber die Resultate unserer mit dieser Art angestellten Versuche zusammen mit den bei *P. Caricis frigidae* erhaltenen, so stellt sich heraus, dass zwar in der Wahl der Aecidiennährpflanzen eine auffallende Uebereinstimmung zwischen beiden besteht, indem sie beide *C. eriophorum*, *C. heterophyllum* und *C. spinosissimum* befallen, aber sie unterscheiden sich sehr scharf dadurch, dass *P. dioicae* ausserdem auf *C. oleraceum* und *C. palustre* übergeht, was bei *P. Caricis-frigidae* nicht der Fall ist.

Es handelt sich nun bloss noch darum, festzustellen, ob auch morphologische Unterschiede nachweisbar sind. Ich habe bereits an anderer Stelle[1]) die Beschreibung von *P. Caricis frigidae* gegeben:

Puccinia Caricis frigidae n. sp. Uredosporen vereinzelt in den Teleutosporenlagern auftretend, kugelig, abgeplattet-kugelig oder ellipsoidisch; Durchmesser 21—26 μ. Membran hellbraun, mit kurzen, ziemlich locker stehenden, conischen, farblosen Stacheln besetzt; Keimporen 2, dem der Anheftungsstelle der Spore entgegengesetzten Pole genähert. Teleutosporenlager meist auf der Blattunterseite, anfänglich von der Epidermis bedeckt, die dann gesprengt wird, ziemlich stark vorgewölbt, meist in der Längsrichtung des Blattes mehr oder weniger stark verlängert, bis

[1]) Bulletin de l'herb. Boissier T. V. No. 5, 1897, p. 396.

2 mm. lang, meist $^1/_2$ mm. breit, schwarz. Teleutosporen meist birnförmig bis keulenförmig, am Scheitel gerundet, an der Basis allmählig in den Stiel verschmälert, an der Grenze beider Zellen mehr oder weniger stark eingeschnürt, 42—58 μ lang, 18—25 μ breit, untere Zelle länger und schmäler als die obere; Membran glatt, in der untern Zelle hellbraun, in der obern meist auffallend dunkler, am Scheitel stark verdickt (6—9 μ Dicke erreichend); Keimporus der obern Zelle seitlich vom Scheitel, derjenige der untern der Scheidewand genähert, Stiel lang (oft länger als die Spore), fest, farblos; Sporen nicht abfallend.

Nebenbei sei bemerkt, dass diese Beschreibung sowohl auf diejenigen Teleutosporen passt, welche neben *Cirsium spinosissimum* standen, als auch auf diejenigen neben den Aecidien-behafteten *Cirsium heterophyllum*.

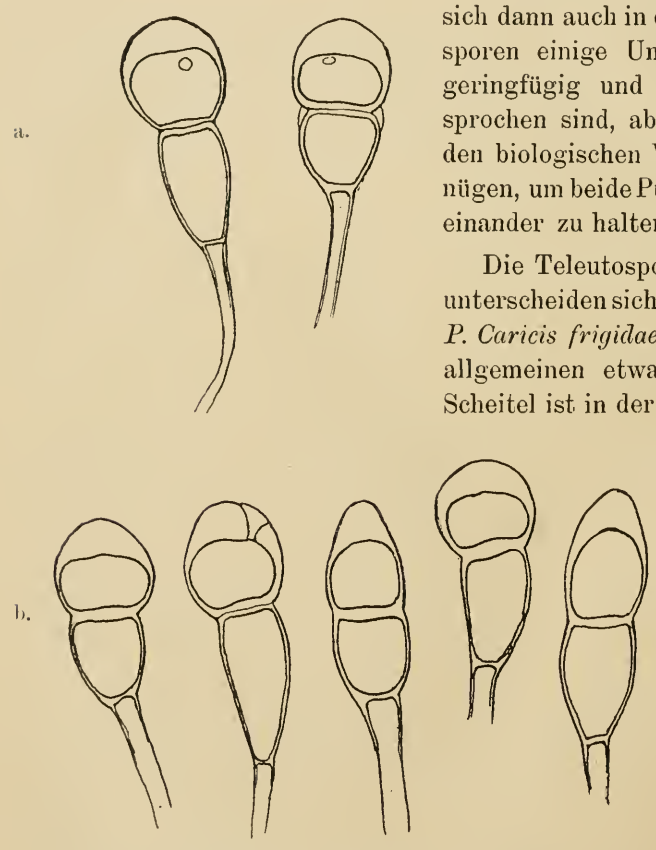


Fig. 2.
Puccinia Caricis-frigidae: a. aus dem Walde gegenüber Celerina, neben dem Aecidium auf Cirsium heterophyllum; b. am Wege von Silvaplana zum Hahnensee. Vergr. 620.

Gegenüber *Puccinia dioicae* ergeben sich dann auch in der Form der Teleutosporen einige Unterschiede, die zwar geringfügig und wenig scharf ausgesprochen sind, aber in Verbindung mit den biologischen Verschiedenheiten genügen, um beide Puccinien als Arten auseinander zu halten:

Die Teleutosporen von *Pucc. dioicae* unterscheiden sich nämlich von denen der *P. Caricis frigidae* dadurch, dass sie im allgemeinen etwas schmäler sind; ihr Scheitel ist in der Regel nicht so regelmässig gerundet, sondern eher abgestutzt oder etwas zugespitzt u. ungleichseitig; endlich dürfte im allgemeinen die Ungleichheit der Farbe beider Zellen weniger auffallend sein.

Die nebenstehenden Figuren 2 und 3 stellen die Teleutosporen beider Arten, genau mit Hilfe des Zeichenapparates entworfen, dar. Ebenso

ist in Tafel I Fig. 1 eine genaue Darstellung der Teleutosporen von *Puccinia Caricis frigidae* gegeben.

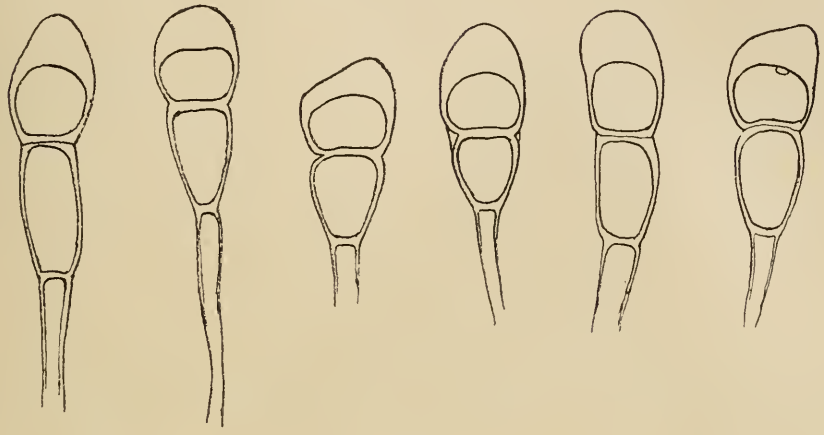


Fig. 3.
Puccinia dioicae vom Selhofenmoos bei Bern. Vergr. 620.

Puccinia Caricis-montanæ Ed. Fischer und Puccinia Aecidii-Leucanthemi Ed. Fischer.[1])

Bei einer Exkursion nach Isenfluh im Berner Oberland, am 11. Mai 1892, fand ich auf einer Matte unterhalb des Dorfes einige Exemplare von *Centaurea Scabiosa*, deren Blätter mit Spermogonien besetzt waren. Als ich dann am 1. Juni desselben Jahres die Stelle wieder aufsuchte, zeigten sich die Blätter reichlich mit entwickelten Aecidien besetzt. Dieselben Aecidien traf ich dann auch an einer anderen Stelle oberhalb des Dorfes. Es ist das offenbar dasselbe Aecidium, welches *Magnus*[2]) aus dem Engadin citiert unter dem Namen *Accidium Centaureae Scabiosae* Magn. n. sp. Ausserdem fanden sich bei Isenfluh auch Aecidien auf *Centaurea montana* und das *Aecidium Leucanthemi* DC. auf *Chrysanthemum Leucanthemum*. Von diesen sämtlichen Aecidien, die übrigens in den Voralpen durchaus nicht selten zu sein scheinen, waren bis dahin die Teleutosporen unbekannt und es handelte sich nun darum, dieselben aufzusuchen. Beim Durchmustern der umgebenden Pflanzen fand ich am

[1]) Die Resultate dieser Untersuchung, soweit sie vor Mai 1895 abgeschlossen waren, sind resümiert in den Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1894, Sitzungsbericht vom 28. April und aus dem Jahre 1895, Sitzungsbericht vom 25. Mai.

[2]) Erstes Verzeichnis der ihm aus dem Kanton Graubünden bekannt gewordenen Pilze. XXXIV. Jahresb. der naturf. Gesellsch. Graubündens 1890 p. 34 des Sep.-Abdr.

11. Mai abgestorbene Blätter von *Anthoxanthum odoratum*, welche mit einer *Puccinia* besetzt waren. Am 11. Juni lernte ich aber noch eine andere *Puccinia* kennen, für deren Zugehörigkeit noch grössere Wahrscheinlichkeit vorhanden war: Oberhalb des Dorfes Isenfluh standen nämlich neben den erkrankten Centaureen auch Stöcke von *Carex montana*, deren dürre vorjährige Blätter reichlich mit einer *Puccinia* besetzt waren; dieselbe *Puccinia* fand ich dann bei sorgfältigerem Nachsuchen auch an dem Standorte unterhalb des Dorfes.

Damit waren Anhaltspunkte zur experimentellen Untersuchung gewonnen, welche in den Jahren 1892—1896 ausgeführt wurde.

Versuche vom Jahre 1893.

Nachdem im Laufe des Sommers 1892 einige Vorversuche resultatlos geblieben waren, wurde am 14. September frisches Teleutosporenmaterial sowohl auf *Carex montana* als auch auf *Anthoxanthum odoratum* bei Isenfluh gesammelt und in Bern überwintert. Im Frühjahr 1893 wurden damit folgende Versuchsreihen eingeleitet:

Versuchsreihe V.[1])

Eingeleitet am 24. März 1893. — Ueberwinterte Teleutosporenlager auf *Anthoxanthum odoratum* werden teils auf Objectträger, teils auf eine Topfpflanze von *Chrysanthemum Leucanthemum* mit jungen Blättern aufgelegt. Es ergab sich zwar reichliche Bildung von Basidiosporen, aber die Versuchspflanze blieb dauernd frei von Infection.

Versuchsreihe VI.

Eingeleitet am 25. März 1893. — Ueberwinterte Teleutosporenlager auf *Anthoxanthum odoratum* werden aufgelegt auf *Centaurea Scabiosa* und zwei Töpfe mit *Chrysanthemum Leucanthemum*. Auch hier zeigte ein Kontrollversuch auf Objectträger, dass die Basidiosporenbildung reichlich erfolgt ist, aber bis zum 25. April zeigte sich auf keiner der Versuchspflanzen ein Erfolg.

Versuchsreihe VII.

Eingeleitet am 27. März 1893. — Ueberwinterte Teleutosporenlager auf *Carex montana* werden auf folgende Pflanzen aufgelegt:

Nr. 1. *Senecio cordatus.*

Nr. 2. *Cirsium eriophorum.*

Nr. 3 und 4. *Centaurea Scabiosa.*

[1]) Ich behalte hier die Nummern meiner Versuchsprotokolle bei; die übersprungenen Nummern beziehen sich auf eine andere Puccinie. Ebenso gehe ich der bessern Uebersichtlichkeit halber da und dort von der chronologischen Reihenfolge der Versuche ab.

Nr. 5. *Centaurea montana.*
Nr. 6 und 7. *Chrysanthemum Leucanthemum.*
Nr. 8. *Taraxacum officinale.*
Nr. 9. *Cirsium oleraceum.*
Nr. 10. *Aposeris foetida.*

Kontrollversuche auf Objectträger ergaben, wenn auch nicht sehr reichlich, Bildung von Basidiosporen. Am 5., 7., 13., 19. und 25. April wurden die Versuche kontrolliert und ergaben folgende Resultate:

Nr. 1 *(Senecio cordatus)* blieb gesund.
Nr. 2 *(Cirsium eriophorum)* blieb gesund.
Nr. 3 *(Centaurea Scabiosa)* zeigte am 5. April an wenigstens zwei Blättern blasse Flecke mit Spermogonien, am 7. April hatten dieselben sehr zugenommen. Sie zeigten sich auf circa sechs Blättern und unter diesen besonders an einem ausserordentlich reichlich. Am 19. April waren an einigen Stellen offene Aecidien zu sehen, am 25. April constatierte ich solche an sechs Blättern.
Nr. 4 *(Centaurea Scabiosa)* zeigte am 5. April auf circa vier Blättern grössere blasse Flecke mit ockergelben Spermogonien, am 7. April waren letztere sehr reichlich zu sehen; später begannen die befallenen Blätter abzusterben, aber immerhin waren am 25. April an drei derselben Aecidien entwickelt.
Nr. 5 *(Centaurea montana)* kein Erfolg.
Nr. 6 und 7 *(Chrysanthemum Leucanthemum)* kein Erfolg.
Nr. 8 *(Taraxacum officinale)* kein Erfolg.
Nr. 9 *(Cirsium oleraceum)* kein Erfolg.
Nr. 10 *(Aposeris foetida)* kein Erfolg.

Versuchsreihe VIII.

Eingeleitet am 3. April 1893. — Ueberwinterte Teleutosporenlager auf *Anthoxanthum odoratum* werden aufgelegt auf *Chrysanthemum Leucanthemum* (2 Töpfe), *Centaurea montana* (1 Topf), *Berberis vulgaris* (1 Topf). —

Am 10. April waren auf *Berberis* auf einem Blatte Spermogonien sichtbar, am 13. April auf 2—3 Blättern, am 25. April sind solche in grosser Zahl vorhanden.

Versuchsreihe X.

Eingeleitet am 10. Mai 1893. — Teleutosporenlager, die ich am 1. Mai 1893 in Isenfluh auf alten, letztjährigen Blättern von *Anthoxanthum* gesammelt, wurden auf zwei Blumentöpfe mit *Chrysanthemum Leucanthemum* aufgelegt. Der Erfolg war wie vorauszusehen negativ: die *Chrysanthemum* waren noch am 7. Juni ganz gesund.

Aus diesen Versuchen geht also hervor:

1) dass die *Puccinia* auf *Carex montana* es ist, welche zu den Aecidien auf *Centaurea Scabiosa* gehört;
2) dass die *Puccinia* auf *Anthoxanthum* weder auf *Centaurea* noch auf *Chrysanthemum*, sondern auf *Berberis vulgaris* ihre Aecidien bildet: sie gehört somit zu *Pucc. Graminis* und kann daher bei den weitern Versuchen aus dem Spiele gelassen werden.

Unaufgeklärt blieb in den bisherigen Versuchen also vorläufig die Herkunft des Aecidium auf *Chrysanthemum Leucanthemum*. Was das Aecidium auf *Centaurea montana* anbelangt, so genügt der einzige negativ ausgefallene Versuch VII 5 nicht, um die a priori wahrscheinliche Identität desselben mit dem Aecidium auf *Centaurea Scabiosa* in Abrede zu stellen. Speziell zur Klarlegung der Zugehörigkeit dieses Aecidium auf *Centaurea montana* sollten die nun folgenden Versuchsreihen dienen:

Versuchsreihe IX.

Eingeleitet am 15. April 1893. — Ueberwinterte Teleutosporen der *Puccinia* auf *Carex montana* von Isenfluh werden aufgelegt auf folgende Pflanzen:

Nr. 1 *Centaurea montana.* Im Vorjahre auf Haltenmaad ob Isenfluh ausgegraben.

Nr. 2 *Centaurea Scabiosa* aus der Umgegend von Bern.

Nr. 3 *Centaurea montana.* Im Vorjahre am Weissenstein im Jura ausgegraben. Die Blätter derselben sind viel dichter behaart als die der aus den Alpen stammenden Exemplare, wurden aber an einigen Stellen rasiert.

Nr. 4 und 5 *Bellidiastrum Michelii.*

Nr. 6 und 7. *Centaurea Scabiosa* aus dem Justisthal. Die Exemplare hatten im Vorjahre, als sie gesammelt wurden, auf ihren Blättern Teleutosporen einer *Puccinia* vom Typus der *P. Hieracii.*

Nr. 8. *Centaurea montana* von gleicher Herkunft wie Nr. 1. Es war dieselbe den letzten Winter über mit *Puccinia*-behafteter *Carex montana* zusammengepflanzt gewesen, hatte aber bis jetzt keinerlei Spermogonien oder Aecidien erkennen lassen.

Diese Versuchsreihe wurde am 24. und 27. April, sowie am 12. und 18. Mai durchmustert und ergab folgende Resultate:

Nr. 1 *(Centaurea montana)* kein Erfolg.

Nr. 2 *(Centaurea Scabiosa).* Am 24. April bemerkt man an verschiedenen Stellen verfärbte Flecke, stellenweise schon Spermogonien tragend. Am 12. Mai sind an vielen Stellen Aecidien vorhanden, am 18. Mai konstatiert man an etwa 24 Blättern zahlreiche gut entwickelte Aecidien.

Nr. 3 *(Centaurea montana)* kein Erfolg.

Nr. 4 und 5 *(Bellidiastrum Michelii)* kein Erfolg. Es geht daraus hervor, dass unsere *Puccinia* nicht identisch ist mit Dietels *P. firma.*

Nr. 6 *(Centaurea Scabiosa)* zeigt am 24. April an einem Blatte gelbe Flecke, am nächsten Tage Spermogonien. Später starb die Pflanze ab, so dass es nicht zur Aecidienbildung kam.

Nr. 7 *(Centaurea Scabiosa).* Am 24. April vereinzelte blassgrüne Flecke; am 25. April auf zwei Blättern, am 27. April auf 4 Blättern Spermogonien; am 12. Mai zahlreiche Aecidien.

Nr. 8 *(Centaurea montana)* kein Erfolg.

Versuchsreihe XIII.

Eingeleitet am 10. Mai 1893. — Teleutosporenlager auf *Carex montana,* gesammelt am 1. Mai auf vorjährigen Blättern bei Isenfluh, wurden aufgelegt auf:

Nr. 1. *Centaurea montana*, eine Pflanze, die vorher zu einem erfolglosen Versuche mit *Pucc. dioicae* gedient hatte.

Nr. 2. *Centaurea Scabiosa*, eine Pflanze, welche vorher zu einem erfolglosen Versuche mit der *Puccinia* auf *Anthoxanthum* gedient hatte.

Das Resultat war die Bildung von Aecidien auf *Centaurea Scabiosa*, während *C. montana* gesund blieb.

In diesen beiden Versuchsreihen gelang also mit dem Teleutosporenmaterial auf *Carex montana* nur die Infection von *Centaurea Scabiosa*, nicht aber die von *C. montana.* Um so auffallender war das Ergebnis der folgenden Versuchsreihe:

Versuchsreihe XI.

Eingeleitet am 10. Mai 1893. — Teleutosporenlager, die am 1. Mai 1893 auf alten letztjährigen Blättern von *Carex montana* bei Isenfluh gesammelt worden waren und die sich durch auffallende Kleinheit auszeichneten, wurden aufgelegt auf:

Nr. 1. *Centaurea montana*, eine Pflanze, welche vorher zu einem erfolglosen Versuche mit *Pucc. silvatica* gedient hatte.

Nr. 2. *Centaurea Scabiosa*, eine Pflanze, welche bereits zum Versuche VII 3 gedient und Aecidien getragen hatte. Die aecidientragenden Blätter wurden abgeschnitten.

Im Gegensatz zu den frühern Versuchsreihen zeigte die bisher für Infection so empfängliche *Centaurea Scabiosa* nur an 4—5 Blättern vereinzelte Gruppen von Spermogonien resp. Aecidien. *Centaurea montana* dagegen, die sich bisher renitent verhalten hatte, zeigte schon am 20. Mai an einem Blatte mehrere Spermogonien, am 7. Juni waren an 4 Blättern solche zu sehen und zwar an zweien derselben reichlich und

zum Teil von Aecidien begleitet. Der im Verhältnis zu den vorangehenden Versuchsreihen relativ schwache Erfolg auf *Centaurea Scabiosa* konnte auf eine Verunreinigung zurückgeführt werden. Das Resultat ergab auf alle Fälle die Notwendigkeit weiterer Versuche, die aber erst im nächsten Jahre wieder aufgenommen wurden.

Mit Rücksicht darauf, dass von Plowright[1]) für *Puccinia arenariicola* ein Aecidium auf *Centaurea nigra* L. und von J. Schröter[2]) für *Puccinia tenuistipes* ein solches auf *Centaurea Jacea* nachgewiesen worden ist, mussten auch diese Pflanzen in den Bereich meiner Versuche gezogen werden. Dies geschah in zwei weitern Versuchsreihen. Es war aber die Jahreszeit inzwischen schon ziemlich stark vorgerückt und die Blätter der Versuchspflanzen grösstenteils fertig entwickelt, daher war auch a priori ein nicht vollständiger Erfolg zu gewärtigen.

Versuch XII.

Eingeleitet am 10. Mai 1893. — Am 1. Mai in Isenfluh gesammelte letztjährige Teleutosporenlager wurden auf ein Exemplar von *Centaurea Jacea* aufgelegt, welches im gleichen Frühjahr aus dem Freien in einen Topf verpflanzt worden war. Das Resultat war ein zweifelhaftes, indem ich am 24. Mai zwar einige Spermogonien zu erkennen glaubte; später aber gingen die betreffenden Blätter zu Grunde.

Versuchsreihe XIV.

Eingeleitet am 7. Juni 1893. — Teleutosporenlager, sämtlich vom gleichen Rasen von *Carex montana* auf vorjährigen Blättern, gesammelt im Frühjahr bei Isenfluh, wurden aufgelegt auf:

Nr. 1. *Centaurea Scabiosa*, eine Pflanze, die schon zu einem erfolglosen Versuche mit *Pucc. dioicae* gedient.

Nr. 2. *Centaurea Scabiosa*, die Pflanze, die zu Versuch IX 2 gedient, nach Entfernung der aecidientragenden Blätter.

Nr. 3. *Centaurea Scabiosa*, die Pflanze, welche zu Versuch VII 4 gedient, nach Entfernung der aecidientragenden Blätter.

Nr. 4. *Centaurea montana*, Pflanze, die schon zum erfolglosen Versuch IX 1 gedient hatte.

Nr. 5. *Centaurea montana*, Pflanze, die schon zum erfolglosen Versuch IX 3 gedient hatte.

Nr. 6—9. *Centaurea nigra*, vor kurzem von Herrn Prof. Tripet in Neuenburg erhalten.

Nr. 10. *Centaurea Jacea*, im Sommer 1893 aus dem Freien in einen Topf verpflanzt.

[1]) Siehe British Uredineae and Ustilagineae p. 171.

[2]) Siehe Schlesische Kryptogamenflora, Pilze I, p. 329.

Nr. 11. *Centaurea Jacea*, das Exemplar, welches bereits zu dem Versuch XII gedient hatte, aber seither am Grunde neue Blätter gebildet hat.

Diese Versuche wurden am 14. und 24. Juni kontrolliert und ergaben folgendes Resultat:

Nr. 1 *(Centaurea Scabiosa)*, am 14. Juni sind reichliche Spermogonien vorhanden, am 24. Juni vereinzelt junge Aecidien.

Nr. 2 *(Centaurea Scabiosa)*, am 14. Juni reichliche Spermogonien, am 24. Juni junge Aecidien.

Nr. 3 *(Centaurea Scabiosa)*, am 24. Juni auf zwei Blättern Spermogonien und am einen derselben offene Aecidien.

Nr. 4 und 5 *(Centaurea montana)*, kein Erfolg.

Nr. 6 *(Centaurea nigra)*, am 14. Juni an einem Blatte Spermogonien, am 24. Juni solche auf 7—8 Blättern, von denen zwei auch offene Aecidien zeigen.

Nr. 7 *(Centaurea nigra)*, am 14. Juni Spermogonien auf wenigstens einem Blatt. Am 24. Juni noch keine Aecidien.

Nr. 8 *(Centaurea nigra)*, am 14. Juni Spermogonien auf wenigstens einem Blatt, am 24. Juni solche auf 4 Blättern, von denen eines ziemlich zahlreiche Aecidien trägt.

Nr. 9 *(Centaurea nigra)*, kein Erfolg.

Nr. 10 *(Centaurea Jacea)*, am 24. Juni an einem Blatte wenige Spermogonien. (?)

Nr. 11 *(Centaurea Jacea)*. Die Versuchspflanze ist am 24. Juni tot, ohne ein Infectionsresultat gezeigt zu haben.

Das Resultat der im Jahre 1893 ausgeführten Versuche lässt sich so zusammenfassen: Das Aecidium auf *Centaurea Scabiosa* gehört zu einer *Puccinia* auf *Carex montana*, welche ihre Aecidien auch auf *Centaurea nigra* bildet. Das Aecidium auf *Centaurea montana* gehört ebenfalls zu einer *Puccinia* auf *Carex montana*, die aber mit der erstgenannten nicht identisch sein dürfte. Noch nicht festgestellt ist die Zugehörigkeit des Aecidium auf *Chrysanthemum Leucanthemum*.

Versuche vom Jahre 1894.

Zunächst wurden die Versuche auf verschiedenen *Centaurea*-Arten fortgesetzt mit Teleutosporenmaterial, welches ich am 16. Oktober bei Isenfluh wieder auf *Carex montana* gesammelt hatte. Diese Teleutosporenlager waren aber von zweierlei Art: die einen grösser, die andern dagegen kleiner und in grosser Zahl auf den Blättern. Es war naheliegend anzunehmen, dass hier zwei Arten vorliegen, wodurch vielleicht

das oben dargelegte unregelmässige Verhalten der *Centaurea montana* erklärt würde.

Versuchsreihe XV.

Eingeleitet am 27. März 1894. — Grössere Teleutosporenlager auf den Blättern von *Carex montana* werden aufgelegt auf:

Nr. 1 und 2. *Centaurea Scabiosa.*

Nr. 3 und 4. *Centaurea nigra.*

Nr. 5 und 6. *Centaurea Jacea.*

Nr. 7. *Centaurea montana*, 1893 in Adelboden gesammelt.

Nr. 8. *Centaurea montana*, 1892 bei Isenfluh ausgegraben.

Ein Kontrollversuch auf Objectträger ergab Keimfähigkeit der Teleutosporen. Die Versuche wurden am 5., 7., 10., 19. und 30. April kontrolliert und ergaben folgendes Resultat:

Nr. 1 *(Centaurea Scabiosa)*: Am 5. April vereinzelte Spermogonienanfänge; am 19. April waren die Blätter meist welk; auf einem der nicht verwelkten befanden sich zahlreiche Spermogonien.

Nr. 2 *(Centaurea Scabiosa).* Am 5. April vereinzelte Spermogonienanfänge, am 19. April auf vielen Blättern zahlreiche Spermogoniengruppen, auch eine Anzahl offener Aecidien.

Nr. 3 und 4 *(Centaurea nigra).* Bis zum 30. April zeigt sich kein Erfolg der Infection.

Nr. 5 *(Centaurea Jacea).* Am 5. April ist noch kein Erfolg zu bemerken, am 7. April zeigen sich an einzelnen Blättern einige wenige Spermogonien, am 30. April an mehrern der untern Blätter Spermogoniengruppen.

Nr. 6 *(Centaurea Jacea)* zeigt ebenfalls am 7. April zum erstenmal Spermogonien an einzelnen Blättern; am 19. April fand ich auf mehreren Blättern Spermogoniengruppen, vereinzelt auch offene Aecidien.

Nr. 7 *(Centaurea montana)*; erst am 30. April bemerkte ich an einem absterbenden Blatte Spermogoniengruppen.

Nr. 8 *(Centaurea montana)*, kein Erfolg.

Versuchsreihe XVI.

Eingeleitet am 9. April 1894. — Kleine Teleutosporenlager auf den Blättern von *Carex montana* werden aufgelegt auf:

Nr. 1 und 2. *Centaurea montana.*

Nr. 3. *Centaurea nigra.*

Nr. 4. *Centaurea Jacea.*

Nr. 5 und 6. *Centaurea Scabiosa.*

Ein Kontrollversuch auf Objectträger ergab, wenn auch nicht sehr

reichlich, Keimung der Teleutosporen. Die Versuche wurden am 30. April und 10. Mai untersucht und ergaben folgendes Resultat:

Nr. 1 und 2 *(Centaurea montana)*, kein Erfolg.

Nr. 3 *(Centaurea nigra)*, eine einzige kleine Spermogoniengruppe.

Nr 4 *(Centaurea Jacea)*, kein Erfolg.

Nr. 5 *(Centaurea Scabiosa)*, vereinzelte Spermogoniengruppen.

Nr. 6 *(Centaurea Scabiosa)*, Aecidien in grosser Zahl auf einem Blatte, in geringerer Zahl auf drei andern.

Versuchsreihe XVIII.

Eingeleitet am 30. Mai 1894. — Kleine Teleutosporenlager auf *Carex montana* wurden aufgelegt auf:

Nr. 1 und 2 *Centaurea Scabiosa.*

Nr. 3 und 4 *Centaurea montana.*

Nr. 5 und 6 *Centaurea nigra.*

Nr. 7 *Centaurea Jacea* (aber nicht mehr mit ganz jungen Blättern).

Ein Erfolg der Infection zeigte sich an *Centaurea Scabiosa* Nr. 2, aber nur an einem Blatte: auf demselben erschienen Spermogonien, die am 9. April ziemlich zahlreich waren, denen aber bis zum 16. Juni keine Aecidien folgten. Auf *Centaurea nigra* waren am 16. Juni an zwei Blättern vereinzelte Spermogoniengruppen vorhanden. An den übrigen Versuchspflanzen war kein Erfolg der Infection zu konstatieren.

Diese Versuchsreihen führten also bezüglich der Zusammengehörigkeit der Aecidien auf den verschiedenen Centaureen immer noch nicht zu einem klaren Resultat. Nur soviel ging aus denselben hervor, dass die Teleutosporenform mit kleinen Lagern auf *Centaurea Scabiosa* mit geringerem Erfolg ausgesät wurde, als die Form mit grösseren Teleutosporenlagern. Es war daher sehr wahrscheinlich, dass auf *Carex montana* zwei Puccinien auftreten: von diesen gehört diejenige mit den grössern Lagern zum Aecidium auf *Centaurea Scabiosa;* wohin aber diejenige mit kleineren Lagern gehört, blieb noch unsicher; zum Aecidium auf *Centaurea montana* konnte sie kaum gezogen werden. Dass mit den kleinen Lagern ein Erfolg auf *Centaurea Scabiosa* nicht ganz ausblieb, lag wohl daran, dass vielleicht einzelne grössere Lager beigemengt waren. Wir werden unten sehen, wohin die kleineren Lager in Wirklichkeit gehören.

Ein wiederum abweichendes Resultat, das aber ebenfalls nicht zur Klärung der Frage beitrug, hatte ergeben:

Versuchsreihe XVII.

Eingeleitet am 16. Mai 1894. — Von meinem Freunde Herrn Dr. *F. v. Tavel*, damals in Zürich, hatte ich im Herbst 1893 teleutosporenbehaftete Blätter von *Carex montana (?)* erhalten, die derselbe im

Stockitobel am Zürichberg gesammelt. Dieselben wurden in Bern überwintert und am 16. Mai 1894 aufgelegt auf *Centaurea Scabiosa*, *C. nigra* und *Cirsium oleraceum*. — Am 26. Mai zeigten sich an circa sechs Blättern von *Centaurea nigra* Spermogonien, am 5. Juni waren an 3—4 dieser Blätter offene Aecidien entwickelt. *Centaurea Scabiosa* und *Cirsium oleraceum* dagegen blieben gesund.

Alle bisherigen Versuche waren, wie man sieht, mit Teleutosporenmaterial ausgeführt worden, das im Freien gesammelt war; da nun aus Obigem hervorgeht, dass *Carex montana* für mehr als eine *Puccinia* Wirt sein dürfte, so konnte eine endgültige Abklärung nur dadurch erhalten werden, dass ganz reines Infectionsmaterial benutzt wurde, und solches zu gewinnen war nur dadurch möglich, dass *Carex montana* künstlich mit den einzelnen in Betracht kommenden Aecidien inficiert wurde.

Um die hiezu nöthigen Aecidien zu sammeln, begab ich mich am 6. Juni 1894 wieder nach Isenfluh und nahm dort die beiden Aecidien auf *Centaurea montana* und *Centaurea Scabiosa*, die ich natürlich sorgfältig von einander getrennt einwickelte.

Bei dieser Gelegenheit suchte ich nochmals für die Zugehörigkeit von *Aecidium Leucanthemi* Anhaltspunkte zu gewinnen. Dasselbe war oberhalb Isenfluh auf *Chrysanthemum Leucanthemum* an einer Stelle massenhaft entwickelt; dazwischen und daneben stand wieder *Carex montana*, deren ältere Blätter mit sehr kleinen Teleutosporenlagern besetzt waren. Dies legte die Wahrscheinlichkeit nahe, dass *Aecidium Leucanthemi* ebenfalls zu einer auf *Carex montana* lebenden Teleutosporenform gehöre. Es wurde daher auch dieses Aecidium mitgenommen, um damit eine Sporenaussaat auf *Carex montana* auszuführen.

Versuchsreihe XIX.

Eingeleitet am 7. Juni 1894. — Als Infectionsmaterial dienten die Aecidien auf *Centaurea Scabiosa*, *Centaurea montana* und *Chrysanthemum Leucanthemum*. Die mit denselben besetzten Sprosse resp. Blätter wurden je auf einem Blumentopf mit *Carex montana* (seit Herbst 1892 im botan. Garten stehend) und mit *Carex muricata* aufgelegt, resp. zwischen die Blätter der letztern gesteckt. Die Versuche mit *Carex muricata* sollten dazu dienen zu erfahren, ob unsere Puccinien mit *P. tenuistipes* identisch seien. — Es versteht sich von selbst, dass die Versuche mit jedem der drei verschiedenen Aecidien möglichst von einander getrennt (erst in verschiedenen Zimmern, dann soweit thunlich, in verschiedenen Gewächshäusern) gehalten wurden. Die Gruppierung war folgende:

Nr. 1 Aecidien von *Centaurea Scabiosa* auf *Carex montana*.
Nr. 2 Aecidien von *Centaurea Scabiosa* auf *Carex muricata*.
Nr. 3 Aecidien von *Centaurea montana* auf *Carex montana*.

Nr. 4 Aecidien von *Centaurea montana* auf *Carex muricata*.
Nr. 5 Aecidien von *Chrysanthemum Leucanthemum* auf *Carex montana*.
Nr. 6 Aecidien von *Chrysanthemum Leucanthemum* auf *Carex muricata*.
Nr. 7 Aecidien von *Centaurea nigra*, aus Versuchsreihe XVII, auf *Carex muricata*.

Am 11. Juli wurden diese Versuche nachgesehen und ergaben folgendes Resultat:

Alle drei Versuche mit *Carex montana* zeigen an den Blättern Uredolager und zwar:

Nr. 1 an sehr vielen Blättern in grosser Zahl; die Lager sind nicht mehr epidermisbedeckt.
Nr. 3 nicht gerade an sehr zahlreichen Blättern; auch hier ist die Epidermis über den Lagern gesprengt. Vereinzelt sind auch schon Teleutosporenlager zu finden.
Nr. 5 an zahlreichen Blättern; die Uredolager sind aber hier noch von Epidermis bedeckt und kleiner als diejenigen im Versuch Nr. 1. Vereinzelt sind auch Teleutosporenlager aufgetreten.

Auf *Carex muricata* dagegen sind keine Uredolager zu finden, mit Ausnahme der Versuche Nr. 6 und 7: an diesen beiden wurde je an einem Blatt ein Uredolager (?) aufgefunden, das aber von den in den Versuchen 1, 3 und 5 aufgetretenen durch die farblose Sporenmembran abweicht und wohl auf eine Fremdinfection zurückzuführen ist; bereits bei der Einrichtung der Versuche hatte ich nämlich an dieser *Carex* etwas wie kleine Uredolager bemerkt.

Am 21. November wurden die Versuche mit *Carex montana* nochmals untersucht. Sie hatten jetzt sämtlich Teleutosporenlager gebildet und zwar Nr. 1 und 5 zahlreich, Nr. 3 nicht gerade in grosser Menge. Die teleutosporentragenden Blätter wurden nun abgeschnitten und überwintert, um im nächsten Frühjahr als Infectionsmaterial zu dienen.

Aus dieser Versuchsreihe lassen sich folgende Schlüsse ziehen:

1. Das *Aecidium Leucanthemi* gehört ebenso wie das *Aecidium* auf *Centaurea Scabiosa* zu einer *Puccinia* auf *Carex montana*.
2. Das gleiche gilt — wenn auch nicht mit ebenso grosser Sicherheit — für das *Aecidium* auf *Centaurea montana*.
3. Die Sporen der genannten Aecidien sind nicht im Stande *Carex muricata* zu inficieren, sind somit nicht zu *Puccinia teruistipes* zu ziehen.

Versuche vom Jahre 1895.

Die letzte Versuchsreihe (XIX) hatte — falls nicht etwa eine unbeabsichtigte Verunreinigung eingetreten — reines Teleutosporenmaterial von jeder der drei Pilzformen geliefert. Es handelte sich jetzt zunächst

darum, mit diesen Teleutosporen Infectionen auszuführen. Dies geschah durch die drei folgenden Versuchsreihen XXII, XXIII, XXIV.

Versuchsreihe XXII.

Eingeleitet am 30. April 1895. — Teleutosporenlager auf *Carex montana*, erzogen aus den Sporen des *Aecidium Leucanthemi* (Resultat vom Versuch XIX 5) werden aufgelegt auf *Chrysanthemum Leucanthemum* und *Centaurea Scabiosa*. — Am 11. Mai zeigt *Chrysanthemum* an seinen Blättern teils Spermogonien, teils helle Flecke. Am 14. Mai sind an zahlreichen Blättern Spermogonien aufgetreten, am 29. Mai findet man zahlreiche offene oder noch geschlossene Aecidien auf vielen Blättern. *Centaurea Scabiosa* dagegen ist gesund geblieben.

Versuchsreihe XXIII.

Eingeleitet am 30. April 1895. — Teleutosporenlager auf *Carex montana*, erzogen aus den Sporen des Aecidium auf *Centaurea montana* (Resultat von Versuch XIX 3) werden aufgelegt auf *Centaurea Scabiosa* und *Centaurea montana*. — Am 9. Mai zeigt *Centaurea montana* auf 4 Blättern reichliche Spermogonien. Leider verwelkten aber die Pflanzen in Folge von unrichtiger Behandlung und es konnte daher die weitere Entwicklung der Spermogonien nicht beobachtet werden. *Centaurea Scabiosa* zeigte am 11. Mai eine ganz kleine Spermogoniengruppe.

Versuchsreihe XXIV.

Eingeleitet am 30. April 1895. — Teleutosporenlager auf *Carex montana*, erzogen aus den Sporen des Aecidium auf *Centaurea Scabiosa* (Resultat von Versuch XIX 1) werden aufgelegt auf *Centaurea Scabiosa* und *Centaurea montana*. — Am 9. Mai sind auf *Centaurea Scabiosa* an wenigstens 4 Blättern, z. T. ziemlich reichlich, Spermogonien aufgetreten; am 11. Mai zählte ich wenigstens 9 befallene Blätter, am 29. Mai auf wenigstens zehn Blättern offene Aecidien. *Centaurea montana* dagegen zeigte keinen Erfolg der Infection.

Aus diesen drei Versuchsreihen ergibt sich zunächst, dass das *Aecidium Leucanthemi* und das Aecidium auf *Centaurea Scabiosa* zu zwei verschiedenen Puccinien gehören, welche beide ihre Teleutosporen auf *Carex montana* bilden. Ebenso scheinen die Aecidien auf beiden *Centaurea*-Arten nicht zur gleichen *Puccinia* zu gehören, sofern man annimmt, dass die Spermogoniengruppe auf *Centaurea Scabiosa* in Versuch XXIII auf eine Verunreinigung zurückzuführen sei. Zur Klärung der Sache mussten aber noch weitere Versuche gemacht werden.

Die Verschiedenheit des *Aecidium Leucanthemi* und des Aecidium auf *Centaurea* wird noch bestätigt durch

Versuchsreihe XXI.

Eingeleitet am 18. April 1895. — Als Infectionsmaterial dienten hier Teleutosporenlager auf *Carex montana*, die ich im vorangehenden Herbst bei Isenfluh in unmittelbarer Nähe von *Chrysanthemum*pflanzen gesammelt hatte, welche im Sommer reichlich Aecidien trugen. Dieselben wurden aufgelegt auf:

Nr. 1—3 *Chrysanthemum Leucanthemum.*

Nr. 4—5 *Centaurea Scabiosa.*

Nr. 6 und 8 *Centaurea montana.*

Diese Versuche wurden am 27. und 29. April, am 2., 7., 16. und 29. Mai controlliert und ergaben folgendes Resultat:

Nr. 1 *(Chrysanthemum Leucanthemum).* Am 29. April sind auf einem Blatte weisslichgelbe Flecke sichtbar, tags darauf deutliche Spermogonien. Am 2. Mai tragen etwa 5 Blätter Spermogonien, am 7. Mai circa 20 Blätter. Am 16. Mai sind einzelne Aecidien im Begriff sich zu öffnen, am 29. Mai sind sehr zahlreiche offene Aecidien an Stengelstücken und Blättern zu sehen.

Nr. 2 *(Chrysanthemum Leucanthemum).* Am 29. April zeigen 2—3 Blätter weisslichgelbe Flecke, eines derselben auch Spermogonien; am 2. Mai tragen circa 16 Blätter Spermogonien. Am 16. Mai sind höckerförmige Aecidienanlagen zu sehen, am 29. Mai zahlreiche offene Aecidien.

Nr. 3 *(Chrysanthemum Leucanthemum).* Am 29. April an einem Blatte undeutliche helle Flecke, tags darauf Spermogonien, am 2. Mai zählte ich etwa ein Dutzend, am 7. Mai circa 26 spermogonientragende Blätter. Am 16. Mai sieht man einzelne geöffnete Aecidien, am 29. Mai solche sehr zahlreich.

Nr. 4 *(Centaurea Scabiosa)* zeigt am 11. Mai an einem Blatte eine kleine Spermogoniengruppe. Dieselbe ist am 29. Mai von einem grossen weisslichen Hofe umgeben, aber es sind keine Aecidien aufgetreten.

Nr. 5 *(Centaurea Scabiosa)* zeigt keinen Erfolg der Infection.

Nr. 6 und 8 *(Centaurea montana)* zeigen keinen Erfolg der Infection.

Dass bei Nr. 4 auch *Centaurea Scabiosa* eine leichte Infection ergab, ist auf Unreinheit des Infectionsmaterials zurückzuführen, welche uns nicht wundern kann, da ja das letztere von Isenfluh stammte, allwo in geringer Entfernung auch *Centaurea Scabiosa* mit Aecidien stand.

Es war nun von Interesse festzustellen, ob die zu *Aecidium Leucanthemi* gehörige *Puccinia* auch andere verwandte Compositen, insbesondere

auch andere *Chrysanthemum*arten befalle. Zu dem Ende wurde folgende Versuchsreihe eingerichtet.

Versuchsreihe XXV.

Eingeleitet am 14. Mai 1895. — Zur Infection diente gleiches Material wie das für die Versuchsreihe XXI verwendete. Dasselbe wurde aufgelegt auf:

Nr. 1—6 Sämlinge von *Chrysanthemum alpinum.*
Nr. 7—9 *Chrysanthemum Leucanthemum.*
Nr. 10 *Bellidiastrum Michelii.*
Nr. 11 *Chrysanthemum grandiflorum.*
Nr. 12 *Chrysanthemum Parthenium.*

Als Resultat ergab sich reichliches Auftreten von Aecidien auf *Chrysanthemum Leucanthemum,* während die übrigen Pflanzen keinen Infectionserfolg erkennen liessen.

Zum Zwecke nochmaliger Versuche mit *Centaurea Scabiosa* und *montana* sowie auch *Chrysanthemum* musste nochmals Teleutosporenmaterial auf *Carex montana* gewonnen werden.

Versuchsreihe XXVII.

Eingeleitet am 29. Mai 1895. — Als Infectionsmaterial dienten die Aecidien auf *Centaurea Scabiosa,* welche aus Versuch XXIV 1 hervorgegangen waren. Mit den Sporen derselben wurden besät:

Nr. 1. *Carex montana,* welche letztes Jahr zum Versuch XIX 1 gedient hatte.
Nr. 2. *Carex montana,* die im Frühjahr am Könizberg bei Bern ausgegraben worden war, an einer Stelle, an welcher ich bisher keine *Centaurea-* oder *Chrysanthemum*-Aecidien bemerkt hatte.

Am 9. Oktober sind beim Versuche Nr. 1 an sehr vielen Blättern, z. T. massenhaft Teleutosporenlager aufgetreten. Bei Nr. 2 finden sich an einer Anzahl von Blättern nicht gerade zahlreich Teleutosporenlager. Die befallenen Blätter beider Versuche werden abgeschnitten und überwintert.

Versuchsreihe XXVIII.

Eingeleitet am 3. Juni 1895. — Als Infectionsmaterial dienen Aecidien auf *Chrysanthemum Leucanthemum,* welche aus Versuch XXII 1 hervorgegangen sind. Mit den Sporen derselben wird besät die *Carex montana,* welche letztes Jahr zu Versuch XIX 5 gedient hatte. Am 7. Oktober sind an vielen Blättern derselben, z. T. in grosser Zahl, Teleutosporenlager aufgetreten. Die betreffenden Blätter werden abgeschnitten und überwintert.

Versuchsreihe XXIX.

Eingeleitet am 13. Juni 1895. — Als Infectionsmaterial dienen Aecidien auf *Centaurea montana,* die Tags zuvor bei Isenfluh gesammelt worden waren. Mit den Sporen derselben wurden besät:

1. *Carex montana,* die im letzten Jahre zum Versuch XIX 3 gedient hatte.
2. *Carex montana,* welche im Frühjahr am Könizberg bei Bern ausgegraben worden war.

Nr. 1 zeigte am 5. Oktober an zahlreichen Blättern einzelne oder etwas zahlreichere Teleutosporenlager (grössere Form), die abgeschnitten und überwintert wurden.

Nr. 2 dagegen trug am 8. Oktober nur an einem Blatte vereinzelte Sporenlager.

Versuchsreihe XXX.

Eingeleitet am 14. Juni 1895. — Als Infectionsmaterial dienten Aecidien auf *Chrysanthemum Leucanthemum,* welche am 12. Juni bei Isenfluh gesammelt worden waren. Mit den Sporen derselben wurden besät:

1. *Carex montana,* die im letzten Jahre zu einem der beiden Versuche XX gedient hatte.
2. *Carex montana* vom Könizberg.

Am 7. Oktober sind bei Nr. 1 an sehr vielen Blättern zahlreiche Teleutosporenlager (der kleineren Form) aufgetreten. Die betreffenden Blätter werden abgeschnitten und überwintert. Bei Nr. 2 sind einige, aber nicht sehr zahlreiche Blätter Teleutosporen-behaftet und werden zum Zwecke der Ueberwinterung abgeschnitten.

Versuchsreihe XXXI.

Eingeleitet am 15. Juni 1895. Als Infectionsmaterial dienen Aecidien auf *Centaurea Scabiosa,* welche am 12. Juni bei Isenfluh gesammelt worden waren. Mit den Sporen derselben wurden besät:

1. *Carex montana,* die letztes Jahr zu einem der beiden Versuche XX gedient hatte.
2. *Carex montana* vom Könizberg.

Am 26. November zeigt Nr. 1 an sehr zahlreichen Blättern zum Teil in grosser Zahl Teleutosporenlager (grössere Form). Die betreffenden Blätter werden abgeschnitten und überwintert. Auf Nr. 2 dagegen finde ich keine Teleutosporenlager.

Das Resultat dieser Versuchsreihen XXVII—XXXI stimmt mit dem der Versuchsreihe XIX; auch hier sind, soweit notiert, die zu dem *Aecidium*

Leucanthemi gehörigen Teleutosporenlager kleiner, als die zum *Centaurea*-Aecidium gehörigen. Auffallend ist der Unterschied in der Empfänglichkeit der *Carex montana* vom Könizberg und derjenigen der anderen, seit 1892 im Garten befindlichen (soviel ich mich erinnere, ursprünglich von Isenfluh stammenden).

Die aus den Versuchen XXIX 1, XXX 1 und XXXI 1 hervorgegangenen Teleutosporen wurden nun nach Ueberwinterung zu folgenden Versuchsreihen verwendet:

Versuche vom Jahre 1896.

Versuchsreihe XXXII.

Eingeleitet am 13. Mai 1896. — Teleutosporenlager auf *Carex montana,* erzogen aus den Sporen des Aecidium auf *Centaurea montana* (Resultat vom Versuche XXIX 1) werden aufgelegt auf:

Nr. 1 *Centaurea montana* (aus dem Jura stammend).
Nr. 2 *Centaurea montana* (aus dem Oberland stammend).
Nr. 3 *Centaurea montana* (aus dem Oberland?).
Nr. 4 *Chrysanthemum Leucanthemum.*
Nr. 5 *Chrysanthemum Leucanthemum.*
Nr. 6 *Centaurea Scabiosa.*

Das Resultat war folgendes:

Nr. 1 *(Centaurea montana* aus dem Jura) blieb ohne Erfolg.

Nr. 2 *(Centaurea montana* aus dem Oberland). Am 23. Mai ist an einem Blatte eine Spermogoniengruppe sichtbar, am 27. Mai sieht man an zwei Blättern eine grössere Gruppe von Spermogonien-tragenden Flecken, am 6. Juni tragen 2 Blätter schöne Aecidiengruppen, ein drittes zeigt zwei Spermogoniengruppen.

Nr. 3 *(Centaurea montana).* Schon am 20. Mai sind an einem Blatte Spermogonien sichtbar, am 23. Mai zeigen sich solche an 3 Blättern, am 27. Mai an 9—10 Blättern. Am 6. Juni tragen mehrere dieser Blätter reichliche Aecidien.

Nr. 4 und 5 *(Chrysanthemum Leucanthemum)* bleiben ohne Frfolg.

Nr. 6 *(Centaurea Scabiosa)* zeigt am 27. Mai am Rande eines Blattlappens eine kleine Spermogoniengruppe.

Versuchsreihe XXXIII.

Eingeleitet am 19. Mai 1896. — Teleutosporenlager auf *Carex montana,* erzogen aus den Sporen des Aecidium auf *Centaurea Scabiosa* (Resultat von Versuch XXXI 1) werden aufgelegt auf:

Nr. 1 *Centaurea nigra.*
Nr. 2 und 3 *Centaurea Scabiosa.*
Nr. 4 *Centaurea Jacea.*
Nr. 5 und 6 *Centaurea montana.*
Nr. 7 *Centaurea Jacea.*
Nr. 8 *Centaurea nigra.*

} Fast sämtlich Pflanzen, die schon in früheren Jahren zu Versuchen gedient hatten.

Leider wurde zu notieren versäumt, ob die *Centaurea montana* aus dem Jura oder aus den Alpen stammen.

Das Resultat war folgendes:

Nr. 1 *(Centaurea nigra).* Am 13. Juni zeigen zwei Blätter vereinzelte Spermogonien, am 20. Juni ist ein Aecidium resp. eine Aecidienanlage sichtbar.

Nr. 2 *(Centaurea Scabiosa).* Am 27. Mai sind an den Blättern hellere Flecken sichtbar, am 30. Mai tragen 4 Blätter zum Teil in grosser Zahl Spermogonien, am 6. Juni sind ca. 10 Blätter mit zum Teil massenhaften Spermogonien, zum Teil auch mit Aecidien besetzt.

Nr. 3 *(Centaurea Scabiosa)* zeigt wesentlich das gleiche Verhalten wie Nr. 2.

Nr. 4 *(Centaurea Jacea)*; am 6. Juni tragen etwa 7 Blätter Spermogonien, freilich nicht in grosser Zahl; am 20. Juni sind noch vier meist abgestorbene Spermogonien-tragende Flecke vorhanden, von denen einer vereinzelte Aecidien trägt.

Nr. 5 *(Centaurea montana)*; am 6. Juni sind an drei Blättern Spermogoniengruppen erschienen, einzeln oder zu mehrern; am 13. Juni sind an einem Teil derselben Aecidien erschienen.

Nr. 6 *(Centaurea montana)* kein Erfolg.

Nr. 7 *(Centaurea Jacea)*; am 13. Juni an einem Blatte reichliche Spermogoniengruppen und Aecidien; an andern Blättern Spermogonien in kleinen vereinzelten Gruppen, an welchen später zum Teil noch einige Aecidien auftraten.

Nr. 8 *(Centaurea nigra)* zeigt keinen Erfolg.

Versuchsreihe XXXIV.

Eingeleitet am 4. Juni 1896. — Teleutosporenlager auf *Carex montana,* erzogen aus den Sporen des *Aecidium Leucanthemi* (Resultat von Versuch XXX 1) werden aufgelegt auf:

Nr. 1—3 *Chrysanthemum Leucanthemum.*
Nr. 4 *Centaurea Scabiosa.*
Nr. 5 *Centaurea montana.*
Nr. 6 *Centaurea Scabiosa.*

Versuchsreihe	Herkunft der Teleutosporen	Beschaffenheit der Teleutosporen-lager	Erfolg auf:													
			Centaur. Scabiosa	*Centaur. montana*	*Centaurea Jacea*	*Centaurea nigra*	*Chrys. Leucanth.*	*Senecio cordatus*	*Cirs. eriophorum*	*Taraxacum offic.*	*Cirs. oleraceum*	*Aposeris foetida*	*Bellidiastr. Mich.*	*Chrysanth. alpin.*	*Chrysanth. grandifl.*	*Chrys. Parthenium*
VII	Isenfluh	grosse Lager . . .	+	–			–	–	–	–	–	–				
IX	Isenfluh		+	–									–			
XIII	Isenfluh	grosse Lager . . .	+	–												
XI	Isenfluh	(kleine Lager) . .	•	+												
XII	Isenfluh	grosse Lager . . .			–											
XIV	Isenfluh	grosse u. kleine Lager	+	–	•	⌊										
XV	Isenfluh	grosse Lager . . .	+	•	+	–										
XVI	Isenfluh	(kleine Lager) . .	⌊	–	–	•										
XVII	Stockitobel		–			+					–					
XVIII	Isenfluh	(kleine Lager) . .	⌊			•										
XXII	v. d. Aecid. auf Chrys. Leuc.	kleine Lager . . .	–				+									
XXIII	v. d. Aecid. auf Cent. mont.		•	+												
XXIV	v. d. Aecid. auf Cent. Scab.	grosse Lager . . .	+	–												
XXI	Isenfluh	kleine Lager . . .	•	–			+									
XXXII	v. d. Aecid. auf Cent. mont.	grosse Lager . . .	•	+												
XXXIII	v. d. Aecid. auf Cent. Scab.	grosse Lager . . .	+	⌊	+	•										
XXXIV	v. d. Aecid auf Chrys. Leuc.	kleine Lager . . .	–	–			⌊									
XXV	Isenfluh	kleine Lager . . .					+						–	–	–	–

\+ positiver, reichlicher Erfolg; ⌊ teilweiser Erfolg (nicht alle Versuchspflanzen vollständig erfolgreich inficiert; • schwacher Erfolg (nur Spermogonien entwickelt, oder verhältnismässig sehr wenige Aecidien; — negativer Erfolg.

Ein Erfolg zeigte sich nur bei Versuch Nr. 1 und 2, auf *Chrysanthemum Leucanthemum,* auf welchem an zahlreichen Blättern Aecidien auftraten. Der dritte Versuch mit *Chrysanthemum* sowie diejenigen auf *Centaurea montana* und *C. Scabiosa* dagegen blieben erfolglos.

Das Resultat dieser letzten Versuchsreihen stimmt somit überein mit den frühern, gibt auch bezüglich der Aecidien auf *Centaurea montana* und *C. Scabiosa* nicht entscheidendere Resultate.

In nebenstehender Tabelle sind die sämtlichen mit Teleutosporen ausgeführten Versuche nochmals übersichtlich zusammengestellt. Es ergeben sich aus denselben folgende Resultate:

1. Die Aecidien auf *Centaurea Scabiosa, Centaurea montana* und *Chrysanthemum Leucanthemum* gehören zu Puccinien, welche auf *Carex montana* leben.
2. Mit demselben Teleutosporenmaterial liessen sich niemals Centaureen und *Chrysanthemum* zugleich inficieren. Eine einzige Ausnahme zeigt Versuchsreihe XXI, hier lag aber ohne jeden Zweifel eine Verunreinigung vor, da die Teleutosporen-besetzten *Carex*blätter, die als Infectionsmaterial dienten, von Isenfluh stammten und sehr gut mit zweierlei Teleutosporen besetzt gewesen sein konnten. Das Aecidium auf *Chrysanthemum Leucanthemum* gehört somit nicht zur gleichen *Puccinia* wie das Aecidium auf *Centaurea.*
3. Mit demselben Teleutosporenmaterial wurden *Centaurea Scabiosa* und *Centaurea montana* nie gleichmässig stark inficiert, aber andererseits gelang es sozusagen nie, die eine dieser beiden Centaureen ausschliesslich zu inficieren: zeigte die eine reichliche Aecidien, so zeigten sich an der andern wenigstens Spermogonien. Ich war anfangs der Ansicht, es sei dieses Resultat darauf zurückzuführen, dass kein reines Teleutosporenmaterial vorgelegen habe. Aber da sich dasselbe Resultat auch in den Fällen zeigte, wo nach Möglichkeit für reines Infectionsmaterial gesorgt worden war, d. h. wo letzteres durch Aussaat von Aecidiosporen auf *Carex* gewonnen war, wurde ich doch stutzig und frage mich, ob nicht hier zwei Arten vorliegen, von denen die eine sich auf *Centaurea Scabiosa* leicht und vollständig, dagegen auf *Centaurea montana* nur schwer entwickelt, während die andere leicht auf *Centaurea montana* und nur schwer auf *Centaurea Scabiosa* ihre Ausbildung findet. Es hätte dann Magnus[1]) mit seinem Einwande recht, wenn er sagt: «ich glaube, dass die aus den Aecidien von *Centaurea montana* auf *Carex montana* erzogene Puccinie wirklich in *Centaurea Scabiosa* eingedrungen ist und das eingedrungene und ausgewachsene Mycel bis zur Spermogonienbildung vorgeschritten

[1]) Botanisches Centralblatt, 1895. Bd. LXIII, No. 2/3.

sei.» Ich habe es leider bisher versäumt, mich über das Eindringen der Keimschläuche direkt auf mikroskopischem Wege zu vergewissern.

4. Das Verhalten von *Centaurea Jacea* und *nigra* war ein zu inconstantes, um klare Schlüsse zuzulassen. So viel erscheint aber sicher, dass die zum Aecidium auf *Cent. Scabiosa* gehörige *Puccinia* unter Umständen auch *Cent. Jacea* und *Cent. nigra* befallen kann.
5. *Bellidiastrum Michelii, Chrysanthemum alpinum, Chrysanth. grandiflorum, Chrysanth. Parthenium* scheinen von der *Puccinia* zu *Aecid. Leucanthemi* nicht inficiert werden zu können. Das Gleiche gilt von *Senecio cordatus, Cirsium eriophorum, Taraxacum officinale, Cirsium oleraceum, Aposeris foetida* mit Bezug auf die zum *Centaurea*-Aecidium gehörige *Puccinia*.

Ich habe nun an anderer Stelle[1]) für die zum Aecidium auf *Chrysanthemum Leucanthemum* gehörige *Puccinia* den Namen *Puccinia Aecidii-Leucanthemi* vorgeschlagen, für die zum *Centaurea*-Aecidium gehörige den Namen *Puccinia Caricis montanae,* wobei ich vorläufig die beiden Formen von denen oben sub 3 die Rede war, vereinigt lasse.

Es bleibt jetzt noch übrig zu untersuchen, ob zwischen *Puccinia Aecidii-Leucanthemi* und *Pucc. Caricis montanae* auch morphologische Unterschiede bestehen.

Bereits bei der Besprechung der Resultate von Versuchsreihe XIX wurde erwähnt, dass die aus der Infection mit den Sporen von *Aecidium Leucanthemi* hervorgegangenen Uredolager kleiner sind, als die zum Aecidium auf *Centaurea Scabiosa* gehörigen, dieselben blieben auch länger epidermisbedeckt. Den gleichen Unterschied ergab die Vergleichung der Teleutosporenlager, welche aus den Versuchsreihen XXVII, XXVIII, XXX und XXXI hervorgingen: die Teleutosporenlager, welche aus dem *Aecidium Leucanthemi* erzogen wurden (s. Taf. I, Fig. 2), sind meist sehr klein, sie erreichen selten mehr als $^1/_4$ mm. Länge auf eine noch geringere Breite; gewöhnlich erscheinen sie ziemlich regelmässig in Längsreihen angeordnet; sie sind meist lange von der Epidermis vollständig bedeckt, oder es ist letztere bloss in der Mitte der Pustel aufgerissen. Bei *Puccinia Caricis-montanae* dagegen sind die Teleutosporenlager meist grösser; sie erreichen nicht selten die Länge von 1 mm. und eine Breite von $^1/_4$—$^1/_3$ mm.; dabei erscheinen sie ziemlich stark vorgewölbt und treten aus der aufgerissenen Epidermis nackt hervor (s. Taf. I, Fig. 3).

Mit dem Gesagten scheinen in Widerspruch zu stehen Versuchsreihe XI, XVI und XVIII, bei denen das Infectionsmaterial, welches zur

[1]) Bulletin de l'herbier Boissier S. VI 1898. p. 11 et 12.

Verwendung kam, kleine Lager zeigte und doch auf Centaureen mehr oder weniger deutlichen Erfolg ergab. Man muss annehmen, dass hier neben den kleinen Lagern auch grössere vorhanden gewesen, aber über-

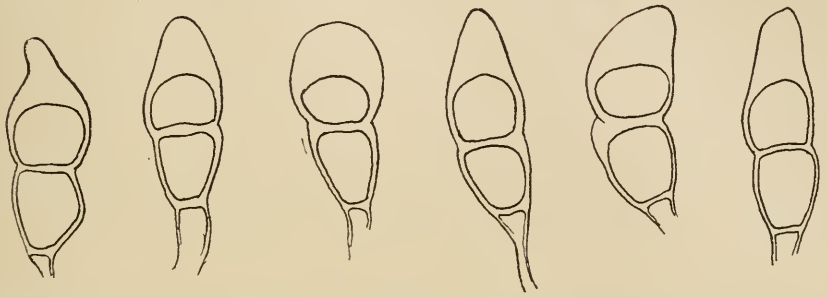


Fig. 4.
Teleutosporen der Puccinia Aecidii-Leucanthemi, erhalten durch Aussaat der Aecidiosporen in Versuchsreihe XXVIII. Vergr. 620.

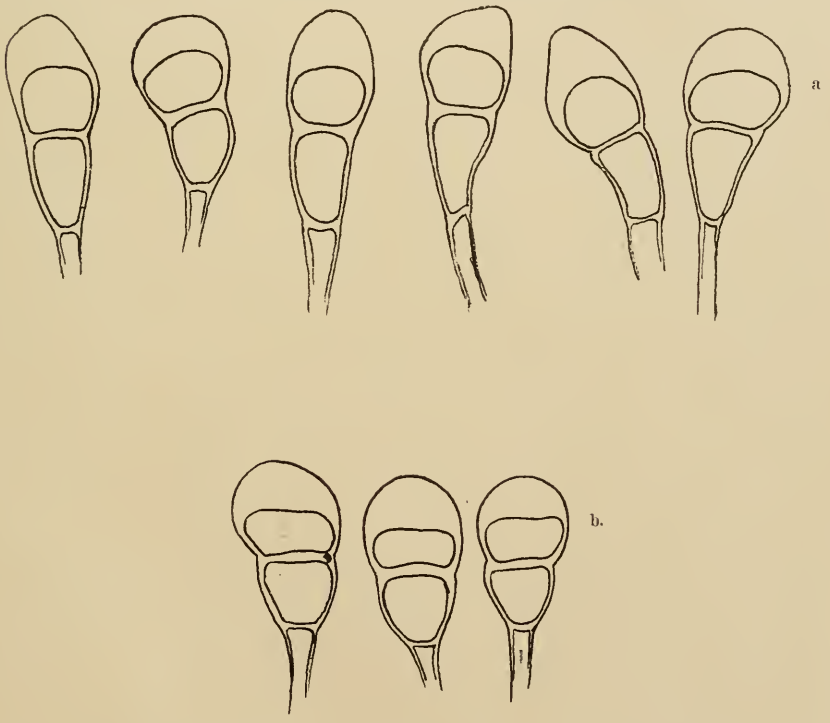


Fig. 5.
Teleutosporen der Puccinia Caricis-montanae — *a* erhalten durch Aussaat der Aecidiosporen im Versuch XXXI 1 — *b* von Isenfluh (von gleichem Material, wie das, welches zu Versuchsreihe VII diente). Vergr. 620.

sehen worden seien und dass diesen, nicht den kleinen, das Resultat zuzuschreiben ist; deshalb habe ich in der Tabelle die Angabe bezüglich der Grösse der Lager in Klammern gesetzt.

Etwas schwieriger fassbar sind die *mikroskopischen* Unterschiede zwischen den Teleutosporen beider Arten, da dieselben individuelle Schwankungen zeigen, die grösser sind als die Artunterschiede. Immerhin kann man sagen, dass bei der *Puccinia Aecidii-Leucanthemi* die Teleutosporen am Scheitel häufiger papillenförmig ausgezogen oder ungleichseitig sind, während man bei *Puccinia Caricis-montanae* besonders häufig Teleutosporen mit sehr regelmässig gerundetem Scheitel findet. Vergleiche Figuren 4 und 5 auf voriger Seite.

Puccinia Aecidii-Leucanthemi und *P. Caricis-montanae* lassen sich also sowohl in biologischer wie in morphologischer Beziehung unterscheiden. Ihre Beschreibung, wie ich sie bereits an anderer Stelle [1]) gegeben, lautet:

Puccinia Aecidii-Leucanthemi n. sp. Sporenlager klein, in der Längsrichtung des Blattes verlängert, selten mehr als $^1/_4$ mm. lang; lange von der Epidermis bedeckt bleibend. Uredosporen kugelig bis eiförmig; Durchmesser derselben 18—21 μ; Membran farblos oder gelblich, mit kurzen, ziemlich entfernt stehenden, conischen Stacheln besetzt; Keimporen 2, etwas über der Mitte der Spore liegend. — Teleutosporen birnförmig bis keulenförmig, am Scheitel oft papillenartig vorgezogen, zuweilen ungleichseitig, seltener regelmässig gerundet; an der Basis allmählig in den Stiel verschmälert, an der Grenze beider Zellen wenig eingeschnürt; Länge 42—50 μ, Durchmesser 18—21 μ, untere Zelle oft etwas länger und schmäler als die obere; Membran glatt, braun, am Scheitel stark verdickt (bis zu 14—17 μ). Stiel kurz, meist kürzer oder nur wenig länger als die untere Zelle, farblos, Sporen nicht abfallend.

Puccinia Caricis-montanae n. sp. Sporenlager bis 1 mm. lang und $^1/_4$—$^1/_3$ mm. breit, in der Längsrichtung des Blattes verlängert, frühzeitig nackt. Uredosporen kugelig bis ellipsoidisch; Durchmesser derselben 18—21 μ; Membran braun, mit äusserst kleinen, entfernt stehenden, farblosen Wärzchen besetzt; Keimporen 2, dem der Anheftungsstelle der Spore abgekehrten Pole genähert. — Teleutosporen birnförmig, am Scheitel regelmässig gerundet, oft auch ungleichseitig, seltener papillenartig vorgezogen; an der Basis allmählig in den Stiel verschmälert, an der Grenze beider Zellen etwas eingeschnürt, 42—52 μ lang, 18—24 μ breit, untere Zelle schmäler, oft auch etwas länger als die obere, Membran glatt, braun, nach der Basis hin heller werdend, am Scheitel stark verdickt (bis zu 10—14 μ); Keimporus der obern Zelle seitlich von der Scheitelverdickung gelegen, derjenige der untern Zelle dicht neben der Scheidewand. Stiel farblos, zuweilen die Länge der Spore erreichend. Sporen nicht abfallend.

[1]) Bulletin de l'herbier Boissier l. c.

Puccinia silvatica Schröter.

Seit Schröter[1]) den Nachweis erbracht hat, dass das Aecidium auf *Taraxacum officinale* und ein solches auf *Senecio nemorensis* zu einer *Puccinia* auf *Carex brizoides* gehört, welche er *P. silvatica* nennt, sind von verschiedenen Forschern Experimente mit diesem Pilze angestellt worden: 1889 teilt Dietel[2]) mit, er habe durch Auflegen teleutosporenbehafteter *Carex brizoides* ein Aecidium auf *Lappa officinalis* (*Aec. Bardanae*) erzogen; da aber in diesen Versuchen *Taraxacum* nicht beigezogen wurde, so war immerhin nicht ausgeschlossen, dass auf *Carex silvatica* zwei verschiedene einander sehr nahestehende Puccinien vorkommen, von denen die eine *Taraxacum,* die andere *Lappa* befällt. Für diese Annahme sprechen Versuche von Wagner[3]), welcher über Teleutosporenmaterial von verschiedenen Standorten verfügte, aber niemals mit demselben Material zugleich *Taraxacum, Lappa officinalis* und *Senecio nemorensis* erfolgreich inficieren konnte, sondern immer nur je eine dieser Arten. Sonach müsste man sogar drei verschiedene Puccinien auf *Carex brizoides* unterscheiden. Dem widerspricht aber bis zu einem gewissen Punkte wieder eine Beobachtung von Dietel.[4]) Diesem gelang es, mit Teleutosporen von einem Standorte, an dem nur *Taraxacum,* nicht aber *Lappa* wuchs, letztere zu inficieren, wenn auch schwach.

Die Versuche, welche ich mit *Puccinia silvatica* ausführte, ergaben stets nur auf *Taraxacum officinale* ein positives Resultat:

Am 27. Mai 1891 fand ich am Eingange des Mettlengutes bei Muri bei Bern Stöcke von *Taraxacum officinale,* deren Blätter reichlich mit Aecidien besetzt waren. Ich schaute mich in der Nähe nach den Teleutosporen um und fand denn auch in unmittelbarer Nähe in einer Hecke *Carex brizoides,* an deren letztjährigen abgestorbenen Blättern Teleutosporenlager von *Puccinia silvatica* entwickelt waren; dieselben hatten natürlich alle schon gekeimt und waren daher inhaltleer. Dass wirklich die Infection der *Taraxacum*blätter von diesen Teleutosporen ausgegangen ist, beweist der Umstand, dass die Zahl der Aecidien mit der Entfernung von der Hecke abnahm. Andere Pflanzen, z. B. *Crepis biennis* und *Centaurea,* welche in der Nähe standen, zeigten keine Aecidien. Im Jahre 1892 wurden nun mit keimfähigem Material der genannten Teleutosporen Infectionen von *Taraxacum* vorgenommen, welche

---

[1]) Entwicklungsgeschichte einiger Rostpilze III. Cohns Beiträge zur Biologie der Pflanzen.

[2]) Oesterreichische botanische Zeitschrift, Jahrg. 1889, Nr. 7.

[3]) Hedwigia 1895, p. 228 ff., und Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft 1896, p. 212 ff.

[4]) Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Leipzig 1895/96, p. 198 ff.

von Erfolg begleitet waren, während ein gleichzeitig besäetes *Cirsium oleraceum*, wie zu erwarten stand, gesund blieb.

Etwas genauer mag berichtet werden über die im folgenden Jahre ausgeführten Versuche.

Versuchsreihe IV.[1])

Das Teleutosporenmaterial auf *Carex brizoides*, das hier zur Verwendung kam, stammte vom Rande des Bremgartenwaldes bei Bern; es war im Herbst 1892 gesammelt und überwintert worden. Am 27. März 1893 wurde dasselbe aufgelegt auf je einen Blumentopf mit *Centaurea montana, C. Scabiosa, Aposeris foetida, Senecio cordatus, Chrysanthemum Leucanthemum, Cirsium eriophorum, Taraxacum officinale.* — Am 7. April waren auf mehreren Blättern der *Taraxacum*-Pflanzen Spermogonien sichtbar, die sich bis zum 10. April stark vermehrt hatten; am 19. April zeigten sich schon einige offene Aecidien. Die übrigen Pflanzen dagegen blieben gesund.

Versuchsreihe VI.

Teleutosporenmaterial von der Mettlen bei Muri wurde am 19. April 1895 aufgelegt auf: *Crepis aurea* (3 Töpfe), *Taraxacum officinale* (3 Töpfe), *Aposeris foetida* (2 Töpfe), *Lappa minor* (3 Töpfe). Am 27. April zeigten alle drei Versuche mit *Taraxacum* mehr oder weniger reichliche Spermogonien, am 2. und 7. Mai hatten sich dieselben stark vermehrt und am 11. Mai fand ich viele offene Aecidien, während an sämtlichen übrigen Versuchspflanzen noch am 29. Mai weder Spermogonien noch Aecidien aufgetreten waren.

Versuchsreihe VIII.

Nach den oben erwähnten Beobachtungen von Wagner und Dietel musste es mich interessieren, zu sehen, ob vielleicht mit Material anderer Herkunft eine Infection auf *Lappa* erzielt werden könne. Ich wandte mich daher an Herrn Dr. P. Dietel mit der Bitte um Material aus der Gegend von Leipzig; auf seine Veranlassung hatte Herr Dr. Pazschke die Güte, mir solches im Herbst 1895 zuzusenden. Dieses Teleutosporenmaterial wurde am 21. Mai 1896 aufgelegt auf *Crepis grandiflora* (3 Töpfe), *Taraxacum officinale* (4 Töpfe), *Lappa minor* (3 Töpfe). — Am 30. Mai zeigten sich Spermogonien an zwei Versuchen mit *Taraxacum;* am 6. Juni waren solche auch an den beiden andern *Taraxacum* sichtbar, wenn auch in geringerer Menge; am 20. Juni trugen alle vier Pflanzen Aecidien. *Crepis grandiflora* und *Lappa minor* dagegen blieben ohne Infectionsresultat.

[1]) Auch hier behalte ich einfach die Nummern meiner Versuchsprotokolle bei.

In meinen Versuchen ging also *Puccinia silvatica* stets auf *Taraxacum*, aber niemals auf *Lappa minor*. Freilich ist zu bemerken, dass von letzterer nur 3 ziemlich schwache Pflanzen bei den Versuchen zur Verwendung kamen, die im Momente der Versuchseinleitung wohl nur ein oder höchstens zwei jugendliche Blätter besassen.

Puccinia Caricis (Schum.).

Seitdem nachgewiesen ist, dass auf *Carex* eine ganze Reihe von verschiedenen *Puccinia*-Arten ihre Teleutosporen bilden, kann man selbstverständlich eine *Carex*-bewohnende *Puccinia* erst dann *P. Caricis* nennen, wenn für dieselbe experimentell der Nachweis der Zugehörigkeit zum *Urtica*aecidium geleistet ist. Dies geschah bisher für *Puccinien* auf folgenden *Carices: C. hirta* durch *Magnus*[1]), *Cornu*[2]), *Plowright*[3]), *Schröter*[4]) und *Klebahn*[5]), *C. riparia* durch *Schröter*[4]) *C. acutiformis* durch *Schröter*[4]) und *Klebahn*[5]), *C. acuta* durch *Klebahn*[5]) *C. Goodenoughii* durch *Klebahn*[5]), *C. Pseudocyperus* durch *Schröter*[4]), *C. pendula* durch *Schröter*[4]). *Barclay*[6]) endlich erwies die Zugehörigkeit einer *Puccinia* auf *Carex setigera* zu einem Aecidium auf *Urtica parviflora*.

Bei Adelboden im Berner Oberland fand ich im Sommer 1893 *Carex ferruginea* befallen von einer *Puccinia*. Im folgenden Frühjahr: am 27. März 1894 wurden die teleutosporentragenden Blätter derselben aufgelegt auf *Centaurea montana, Cirsium oleraceum, Bellidiastrum Michelii, Taraxacum officinale, Aposeris foetida, Centaurea Scabiosa,* bekanntlich fast alles Pflanzen, welche Aecidien von *Carex*-bewohnenden *Puccinien* beherbergen. Obwohl am 9. April diesen Pflanzen nochmals Teleutosporen aufgelegt wurden, blieb doch der Versuch gänzlich erfolglos.

Am 9. April wurde ausserdem mit gleichem Teleutosporenmaterial eine zweite Versuchsreihe eingeleitet auf *Bellidiastrum Michelii* (1 Exemplar), *Centaurea montana* (1 Exemplar), *Taraxacum officinale* (1 Exemplar), *Urtica dioica* (2 Exemplare). Hier zeigte sich nun ein Erfolg auf den beiden *Urtica*-Exemplaren: am 19. April waren an einem derselben auf 3 Blättern Spermogonien sichtbar, am andern an einem Blatt ein solches

[1]) Verhandl. des botan. Vereins der Provinz Brandenburg 1872 p. XI. — Sitzungsberichte der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin 1873 p. 75—76.

[2]) Bulletin de la société botanique der France 1880 p. 209.

[3]) British Uredineae and Ustilagineae p. 170.

[4]) s. Schlesische Kryptogamenflora Pilze I, p. 328.

[5]) Kulturversuche mit heteroecischen Rostpilzen in Zeitschrift f. Pflanzenkrankheiten: Bd. IV p. 13, 85, Bd. V p. 76 ff., Bd. VI p. 328 f.

[6]) Scientific Memoirs by medical Officers of the army of India Part. II 1886 p. 29 ff.

in sehr jungem Zustande, etwas unsicher. Am 30. April trugen beide Pflanzen Spermogonien, an einer derselben waren sogar schon 1—2 Aecidien sichtbar, am 18. Mai trugen beide Aecidien auf stark verkrümmten Blättern. Die übrigen Versuchspflanzen blieben dagegen frei von Spermogonien oder Aecidien.

Wir haben somit in *Carex ferruginea* eine weitere sicher festgestellte Nährpflanze für *Puccinia Caricis*.

Puccinia graminis (Pers.).

Im Kanton Wallis tritt auf *Berberis vulgaris* an verschiedenen Stellen in grosser Menge das hexenbesenbildende Aecidium auf, welches Magnus mit *Aecidium Magelhaenicum* Berk. identificiert hat. Wie durch Peyritsch[1]) und seither auch durch Eriksson[2]) gezeigt wurde, gehört dasselbe zu einer auf *Arrhenatherum elatius* auftretenden, von *Pucc. graminis* verschiedenen *Puccinia*. In den Jahren 1891 und 1892 hatte ich mich auch mit diesem Aecidium beschäftigt, ging aber damals von der Annahme aus, es gehöre dasselbe zu *Puccinia graminis:* ich stellte mir vor, dass letztere dann Hexenbesen produziere, wenn ihre Basidiosporen auf junge in der Entwicklung begriffene Knospen gelangen, indem sie dort ein perennierendes Mycel produzieren. Ich nahm daher eine Anzahl von Versuchen vor, in welchen ich junge Knospen zu inficieren suchte. Diese Experimente bieten, trotzdem meine damalige Voraussetzung durch die von Peyritsch und Eriksson erzielten Resultate sich als irrig erwiesen hat, doch einiges Interesse und sollen daher hier kurz dargestellt werden:

Am 28. April 1891 wurden auf zwei kleinere Topfpflanzen von *Berberis,* bei welchen je 2—4 der äussersten Blätter der einzelnen Blattrosetten entfaltet waren, Stücke von Grashalmen mit Teleutosporen von *Puccinia graminis* aufgelegt. Am 6. Mai, als auf den Blättern bereits Spermogonien aufgetreten waren, wiederholte ich an einer der beiden Berberitzen die Infection; es waren in diesem Zeitpunkte einige der Blattrosetten sehr schön entfaltet und zeigten in der Mitte eine kleine Knospe; die Grasstückchen wurden in der Weise aufgelegt, dass die abfallenden Basidiosporen diese kleine Knospe treffen mussten. Am 5. Mai war ausserdem noch eine dritte Berberitze inficiert worden. Es traten nun in Folge dieser Infectionen auf den Blättern Aecidien auf,

[1]) P. Magnus: Die von J. Peyritsch in Tirol gesammelten und im Herbarium der k. k. Universität zu Innsbruck aufbewahrten Pilze. Bericht des naturwiss.-medicin. Vereines zu Innsbruck. Jahrg. XXI 1892/93 p. 17.

[2]) In Cohn, Beiträge zur Biologie der Pflanzen. Bd. VIII, Heft I.

z. T. mit langröhriger Peridie; die betreffenden Blätter waren dabei, wenigstens zum Teil, in mannigfacher Weise verkrümmt und deformiert. An den Knospen, resp. den aus ihnen hervorgegangenen Rosetten, war ein Erfolg der Infection zunächst nur an den beiden Berberitzen zu konstatieren, welche am 5. und 6. Mai *Puccinia graminis* erhalten hatten: Hier zeigten sich Ende Juni und im Juli folgende Erscheinungen: die äusseren Blätter der betreffenden Rosetten, soweit noch vorhanden, sind in manchen Fällen im wesentlichen normal ausgebildet; weiter nach innen folgen sodann Blätter, deren Basis sehr dick, fleischig geworden ist und eine gelbliche oder rötliche Farbe zeigt; die Spreite derselben ist meist klein oder kann vollständig fehlen, so dass eine knospenartige, mit dicht übereinanderstehenden fleischigen, rötlichen Schuppen besetzte Bildung entsteht. Tafel I Fig. 4 stellt eine solche deformierte Rosette dar, aber nicht den extremsten beobachteten Fall, indem hier die meisten deformierten Blätter noch Spreiten besitzen. Mitunter wuchsen dann solche deformierte Knospen nachher dennoch zu normalen Langtrieben aus; die meisten derselben gingen zu Grunde; einzelne aber blieben bis in den August hinein erhalten; ja als ich im Oktober die Pflanzen untersuchte, da war an zwei derselben je eine neue abnorme Knospe aufgetreten, die sich offenbar langsamer entwickelt hatte, als die übrigen und mir deshalb vorher entgangen waren; aber auch diese konnte ich nicht überwintern.

Im folgenden Jahre wurden die Versuche wiederholt und auch diesmal traten an einzelnen der inficierten Berberitzen einzelne Knospen mit fleischig angeschwollenen schuppenförmigen Blättern auf. Eine derselben konnte ich, erst im Kalthause, dann im Zimmer, bis zum Februar mehr oder weniger lebendig erhalten, bis sie dann schliesslich vertrocknete.

Bei mikroskopischer Untersuchung einer solchen abnormen Knospe, am 25. Juni 1891, konnte ich in den deformierten Blattbasen, sowie in der Axe bis in die Nähe des Vegetationspunktes Mycelfaden auffinden. Aecidienbildung habe ich in den meisten Fällen nur in der ersten Zeit der Entwicklung finden können, aber doch zeigten auch die im Oktober 1891 aufgefundenen abnormen Knospen Spermogonien.

Aus diesen Versuchen und Beobachtungen geht hervor, dass die Basidiosporenkeimschläuche von *Puccinia graminis* in die Langtriebknospen eindringen und diese zu abnormer Entwicklung veranlassen können. Das Mycel ist im Stande, während der Dauer einer Vegetationsperiode in diesen abnormen Sprossen lebend zu bleiben und kann mitunter noch in vorgeschrittener Jahreszeit zur Spermogonienbildung schreiten. Es scheinen aber diese deformierten Knospen nicht im Stande zu sein sich zu Hexenbesen weiterzuentwickeln. Die Hexenbesenbildung

dürfte demnach wirklich eine specifische Eigentümlichkeit der *Puccinia Arrhenatheri* sein.

Puccinia Phragmitis (Schum.) und P. Magnusiana Körn.

Die biologischen Verhältnisse von *Puccinia Phragmitis* und *P. Magnusiana* sind von Plowright[1]) endgültig klargelegt worden. Derselbe zeigte, dass *P. Magnusiana* ihre Aecidien auf *Ranunculus bulbosus* und *R. repens* bildet, *P. Phragmitis* auf *Rumex obtusifolius, conglomeratus, crispus, hydrolapathum* und *Rheum officinale,* nicht aber auf *Rumex acetosa.* Das auf letzterer auftretende Aecidium gehört zu einer dritten auf *Phragmites* lebenden *Puccinia: P. Trailii* Plowr.

Die Versuche, welche ich in den Jahren 1892 und 1893 mit den beiden in der Ueberschrift genannten Arten ausführte, ergaben gegenüber Plowrigths Versuchen nichts wesentlich Neues. Nichtsdestoweniger halte ich es für nützlich, dieselben kurz zu besprechen. Beide Arten kommen auf *Phragmites communis* in der Nähe von Bern sehr häufig vor, dagegen habe ich *P. Trailii* bisher nicht beobachtet.

Versuch I.

Eingeleitet am 6. April 1892. — Als Versuchspflanzen dienten zwei im Vorjahre in Töpfe eingepflanzte *Rumex acetosa.* Auf dieselben wurden *Phragmites*blätter aufgelegt, welche ich im vorangehenden Herbste am Aaredamm beim Belpmoos gesammelt hatte und welche Teleutosporenlager der *Pucc. Phragmitis* trugen. Der Erfolg dieses Versuches war negativ, obwohl sich in einem Kontrollversuch auf Objectträger das betreffende Teleutosporenmaterial als keimfähig erwiesen hatte.

Versuchsreihe II.

Eingeleitet am 6. April 1892. — Als Infectionsmaterial diente *Pucc. Magnusiana* auf *Phragmites communis,* gesammelt bei der Ausmündung der Gürbe in die Aare am 20. Oktober 1891. Diese Teleutosporenlager wurden aufgelegt auf: *Aquilegia vulgaris, Rumex acetosa, Ranunculus acer,* aus dem Freien in einen Topf gepflanzt, *R. repens,* ebenfalls unmittelbar vor dem Versuch aus dem Freien in einen Topf verpflanzt.

Das Infectionsmaterial erwies sich, auf Objectträger feucht gestellt, als keimfähig. Am 16. April zeigte *Ranunculus repens* junge Spermogonien an mehreren Stellen auf Blattstielen, Stengeln und Blattspreiten;

---

[1]) British Uredineae and Ustilagineae p. 175—178.

am 9. Mai waren vereinzelte, am 14. Mai zahlreiche offene Aecidien sichtbar. Die übrigen Pflanzen dagegen, auch *R. acer,* blieben vollständig pilzfrei.

Versuchsreihe IV.

Als Infectionsmaterial diente *Puccinia Magnusiana* und *Puccinia Phragmitis,* welche in folgender Verteilung auf Versuchspflanzen aufgelegt wurden:

Nr. 1—3. *Pucc. Magnusiana* auf *Ranunculus bulbosus.*
Nr. 4—7. *Pucc. Magnusiana* auf *Ranunculus repens.*
Nr. 8 und 9. *Pucc. Phragmitis* auf *Ranunculus repens.*
Nr. 10—12. *Pucc. Magnusiana* auf *Ranunculus acer.*

Kontrollversuche auf Objectträger ergaben Keimfähigkeit beider Puccinien.

Das Resultat war folgendes:

Die Versuche Nr. 1—3 zeigten am 13. Mai auf Blättern resp. Stengelstücken Spermogonien, am 25. Mai waren bei Nr. 2 und 3 Aecidien resp. Aecidienanfänge sichtbar.

Die Versuche Nr. 4—7 zeigten am 13. Mai Spermogonien an den Blattspreiten, am 25. Mai entwickelte Aecidien.

Die Versuche Nr. 10—12 ergaben ein vollständig negatives Resultat: es traten weder Spermogonien noch Aecidien auf.

Bei den mit *Pucc. Phragmitis* inficierten *Ran. repens* in den Versuchen Nr. 8 und 9 zeigte sich ebenfalls ein Resultat der Infection, aber im ganzen weniger reichlich als bei den meisten übrigen Versuchen. Dieses Ergebnis ist jedenfalls dem Umstande zuzuschreiben, dass das Infectionsmaterial nicht reine *Pucc. Phragmitis* war, sondern demselben auch *P. Magnusiana* beigemengt war.

Im folgenden Jahre wurde dann noch eine Versuchsreihe ausgeführt, welche das Verhalten verschiedener *Rumex*-Arten gegenüber *Pucc. Phragmitis* illustrieren sollte. Als Infectionsmaterial diente *Puccinia Phragmitis* auf *Phragmites communis,* gesammelt im Oktober 1892 im Dalmazi bei Bern. Dasselbe wurde aufgelegt auf *Rumex acetosa* (2 Töpfe), *R. obtusifolius* (5 Töpfe), *R. crispus* (1 Topf). — Spermogonien waren zum erstenmal mit Sicherheit zu erkennen bei Durchsicht der Versuche am 27. April und zwar auf sämtlichen *Rumex obtusifolius* und auf *R. crispus,* während *R. acetosa* gesund geblieben war. Am 4. Mai zeigten sich an *R. obtusifolius* überall Aecidien; *R. crispus* war inzwischen verwelkt und *R. acetosa* von Spermogonien und Aecidien frei geblieben.

Die Puccinia zum Aecidium Ligustri Strauss.[1])

Am 19. Mai 1898 fand ich am Steilabsturz gegen die Aare bei Steinisweg (Gemeinde Wohlen, Kanton Bern) einige *Ligustrum*-Sträucher, deren Blätter mit Gruppen des weissen *Aecidium Ligustri* (Strauss) besetzt waren. Da die Zugehörigkeit dieses offenbar bisher nicht gerade häufig beobachteten Aecidium noch nicht festgestellt ist, so forschte ich nach einem allfälligen Teleutosporenwirt. In der Nähe standen grosse, meist sterile Exemplare von *Carex glauca*, deren letztjährige Blätter ziemlich reichlich alte Teleutosporenlager einer *Puccinia* trugen; es lag daher nahe, die letztere für die gesuchte Teleutosporenform anzusehen. Ausserdem befanden sich in der Nähe auch Exemplare von *Phragmites* oder *Phalaris*, aber noch nicht blühend.

Wenige Tage später, am 4. und 5. Juni, bemerkte ich dieses Aecidium wieder auf den *Ligustrum*, die in der Nähe der Hunzikerbrücke bei Rubigen (b. Bern) sehr zahlreich, besonders den Aaredämmen entlang, stehen. Es war dasselbe hier viel reichlicher entwickelt als am ersten Standorte, an einigen Sträuchern geradezu massenhaft. Genauere Besichtigung ergab nun aber, dass gar nicht überall *Carex glauca* dabei stand; ich musste daher meine erste Annahme bezüglich der Teleutosporennährpflanze aufgeben; dafür wurde ich aber auf eine andere Spur geleitet: In der Nähe stehen nämlich häufig *Phragmites communis* und *Phalaris arundinacea*, und an einigen Stellen fand ich an den abgestorbenen Halmen von solchen, auf Blattscheiden und Blattspreiten, ganz gewaltige polsterförmige Teleutosporenlager, die, abgesehen von ihrer Grösse, sehr an diejenigen von *Puccinia Phragmitis* erinnerten. Ob diese Halme zu *Phragmites* oder *Phalaris* gehörten, liess sich bei der grossen Ähnlichkeit der vegetativen Teile dieser beiden Gramineen nicht absolut sicher entscheiden. Ich bin allerdings eher geneigt, anzunehmen, es handle sich um die erstere, denn als ich am 21. Juni die Stelle besuchte, fand ich zwischen Ligustern, welche ganz besonders reichlich Aecidien-befallen gewesen waren, die diesjährigen *Phragmites*halme mit grosssen, dunkelbraunen Uredolagern reichlich besetzt, während die unmittelbar daneben stehenden *Phalaris* keine Uredinee erkennen liessen. Es legten diese Beobachtungen die Annahme nahe, dass die gesuchte Teleutosporenform eine *Phragmites*- (resp. *Phalaris*-) bewohnende *Puccinia* aus der Verwandtschaft von *Pucc. Phragmitis* sei; diese Vermutung erschien um so gerechtfertigter, als ich ja, wie oben erwähnt wurde, *Phragmites* (oder *Phalaris*) auch bei Steinisweg in der Nähe der Aecidien-tragenden Liguster gesehen hatte.

---

[1]) Dieser Abschnitt wurde nach Abschluss des übrigen Manuscriptes, im Juni 1898, beigefügt.

Ferner ist es auch auffallend, dass unser Aecidium in beiden Fällen in der Nähe von Flussufern auftrat, während ich dasselbe an den Ligustern, die bei uns so häufig in Hecken an Strassenrändern wachsen, nicht beobachtet habe.

Auf alle Fälle war Grund genug vorhanden, einen Versuch zu unternehmen. Zum Glücke hatte sich bei der Untersuchung der erwähnten grossen Teleutosporenlager herausgestellt, dass noch zahlreiche ungekeimte Teleutosporen in denselben enthalten waren. Ich verschaffte mir nun aus aecidienfreien Ligusterhecken einige kleinere Exemplare mit jugendlichen Blättern und befestigte über denselben die am 5. Juni bei der Hunzikerbrücke gesammelten Teleutosporenlager. Kontrollversuche auf Objectträger ergaben, dass die Sporen noch reichlich keimfähig waren.

Das Resultat einer ersten am 6. Juni eingeleiteten Versuchsreihe mit 4 kleinen *Ligustrum* war nun folgendes:

Nr. 1. Die Versuchspflanze welkte im Laufe des Versuches und ergab daher keinen positiven Infectionserfolg.

Nr. 2. Am 15. Juni waren auf zwei der jüngsten Blätter stark vortretende gelbgrüne Flecken zu sehen, doch konnte ich mit der Lupe noch keine deutlichen Spermogonien erkennen. Am 23. Juni zeigen dieselben an ihrer Unterseite deutliche weisslich gefärbte höckerförmige Aecidienanlagen, die sich am 24. Juni zu öffnen beginnen.

Nr. 3. Wie Nr. 1.

Nr. 4. Schon am 13. Juni bemerkte ich auf einem jungen Blatte, in dessen unmittelbarster Nähe sich das aufgelegte Teleutosporen-tragende Blattstück befunden hatte, zahlreiche Spermogoniengruppen auf etwas helleren Flecken. Am 16. Juni waren diese Flecken unterseits weisslich gefärbt; später begann dieses Blatt zu schimmeln, wurde daher abgenommen und mikroskopisch untersucht: es zeigten sich dabei zahlreiche Spermogonien und auch Anfänge von Aecidien. An circa 6 weiteren Blättern fand ich Spermogonien, die aber stets sehr unscheinbar sind, weil sie durchscheinend weisslich gefärbt erscheinen und daher wenig von der Blattfläche sich abheben.

Ein fernerer Versuch wurde am 7. Juni eingeleitet mit Teleutosporen-tragenden Blattstücken, die schon zu Objectträgerversuchen gedient, bei denen also nicht anzunehmen war, dass noch sehr viele nicht ausgekeimte Teleutosporen vorhanden seien. Der Erfolg war daher von vornherein ein etwas fraglicher. Diese Blattstücke wurden an einem Zweig eines im botanischen Garten im Freien stehenden Liguster angebunden und sich selbst überlassen. Am 20. oder 21. Juni bemerkte ich nun an zwei Blättern des Zweiges; an welchem die Teleutosporen befestigt waren, und ausserdem noch an einem andern in der Nähe befindlichen Blatte

gelbliche Infectionsflecke, von denen die einen am 23. Juni unterwärts deutliche weissliche Aecidienanlagen erkennen liessen.

Wenn auch diese Versuche nicht als abschliessende betrachtet werden dürfen, so thun sie doch unzweifelhaft dar, dass das *Aecidium Ligustri* zu einer auf *Phragmites communis* (oder *Phalaris arundinacea*) lebenden *Puccinia* gehört.

Es handelt sich jetzt noch darum, festzustellen, wie sich diese *Puccinia* in morphologischer Hinsicht zu den übrigen auf *Phragmites* und *Phalaris* lebenden Puccinien verhält. Untersuchung der Teleutosporenlager ergab folgende Merkmale:

Teleutosporenlager auf den Blättern und Blattscheiden, stark vorgewölbt, in der Längsrichtung der Blätter sehr stark verlängert (bis 5 cm. lang beobachtet), breit, dunkelbraun. Teleutosporen meist ellipsoidisch; am Scheitel gerundet, ohne farblose Papille; an der Basis meist ebenfalls gerundet; an der Grenze beider Zellen sehr wenig eingeschnürt, 45—52 μ. lang, 20 - 26 μ. breit; beide Zellen meist ungefähr gleich lang. Membran glatt, braun, dick, am Scheitel nur wenig dicker als an den übrigen Stellen; Keimporus der obern Zelle meist genau scheitelständig, derjenige der untern Zelle hart neben der Scheidewand. Stiel sehr lang (bis 4—5 mal die Sporenlänge), fest, farblos; Sporen nicht abfallend.

Von den bisher auf *Phragmites* beobachteten Puccinien steht unserem Pilze in Bezug auf die Ausbildung der Teleutosporen *Pucc. Phragmitis* am nächsten; dieselbe unterscheidet sich aber dadurch, dass die Teleutosporenlager, wenn auch oft stark verlängert und hoch gewölbt, doch im allgemeinen kleinere Dimensionen zeigen. Sodann sind die Teleutosporen an der Grenze beider Zellen deutlich eingeschnürt und am Scheitel etwas vorgezogen, mit niedriger, farbloser Papille versehen.

Puccinia Trailii Plowr. hat nach Plowright ebenfalls kleinere Teleutosporenlager (2—4 mm. lang); die Teleutosporen sind auch hier deutlich eingeschnürt und erscheinen nach unten verschmälert.

Noch abweichender verhält sich *Puccinia Magnusiana* mit ihren viel kleineren Teleutosporenlagern und ihren kurzgestielten, am Grunde allmählig verschmälerten Teleutosporen.

Die auf *Phalaris arundinacea* lebenden *Puccinia Smilacearum-Digraphidis* und Verwandte sind ebenfalls durch ihre lange von der Epidermis bedeckt bleibenden kleinen Lager beinahe ungestielter Teleutosporen durchaus von unserer Form verschieden.

Dagegen finden wir bei Otth[1]) eine bisher offenbar übersehene Be-

[1]) G. Otth. Fünfter Nachtrag zu dem Verzeichnis schweizerischer Pilze. Mitteilungen der bernischen naturforschenden Gesellschaft aus dem Jahre 1865. S. pag. 175.

schreibung einer *Puccinia*-Form, die eine ganz auffallende Uebereinstimmung mit unserem Pilze zeigt, also lautend:

«*Puccinia arundinacea* Hedw. Var. *Phalaridis* Otth. Amphigena. Caespites nigrobadii, magni, elongatissimi, maximi autem in vaginis.

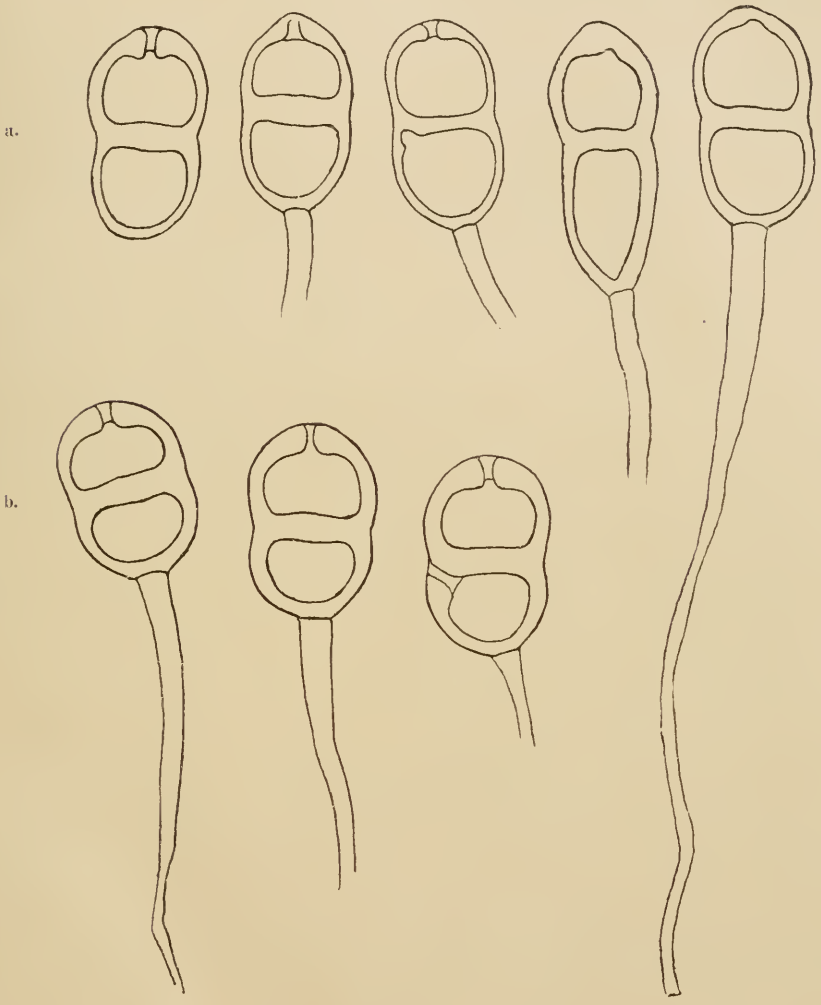


Fig. 6.
Puccinia obtusata Otth. a. von der Hunzikerbrücke, b. aus Otths Herbar. Vergr. 620.

Sporangia (= Teleutosporen) fulva, diametro duplici vulgo breviora, utrinque late rotundata, in medio septifero parum nihilve constricta; articulis aequalibus; episporio laevi, in vertice subincrassato at non apiculiformi; stipite longissimo dilute fucato. — Bei der Aare, unter dem Wylerholz, an den Blättern und Blattscheiden von Phalaris arundinacea.—

Unterscheidet sich von der auf Schilfblättern wachsenden Hauptform durch die etwas schmälern und zugleich längern, auf den Blattscheiden aber ganz besonders grossen Rasen, durch die breitern, wenig oder gar nicht eingeschnürten Sporangien (= Teleutosporen) und durch den Mangel an einem Apiculum, und dürfte daher vielleicht ebensogut wie viele andere als eine eigene Species betrachtet werden.»

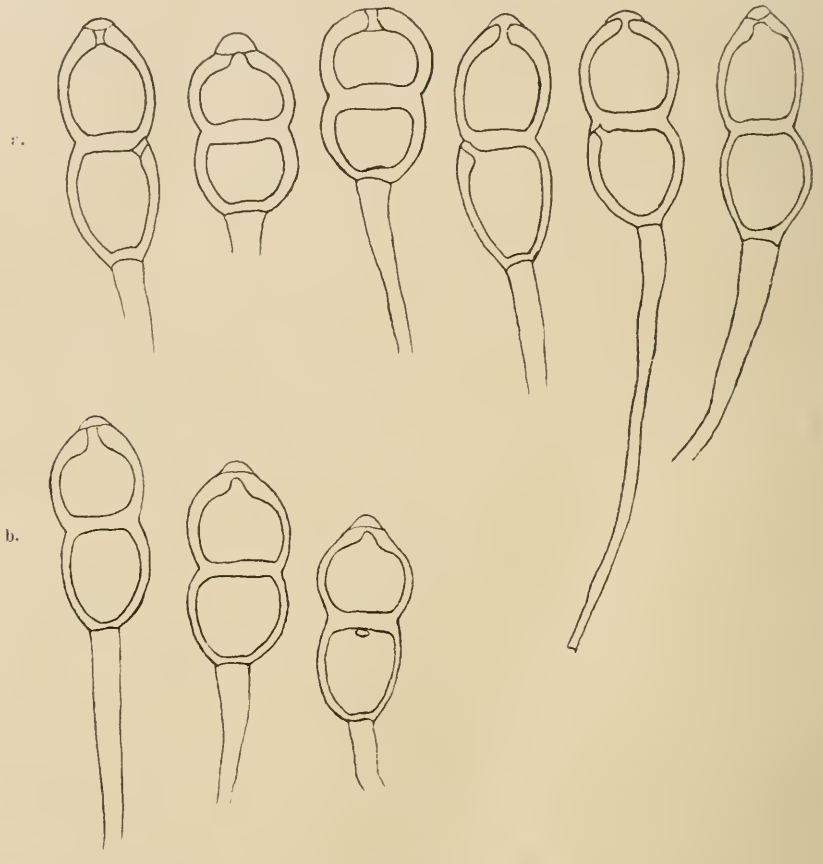


Fig. 7.
Puccinia Phragmitis (Schum.) a. von Scherzligen. b. aus Wartmann und Schenk Schweiz. Kryptogamen. Nr. 2046. Vergr. 620.

Offenbar hat hier Otth unsern Pilz vor sich gehabt. Es geht dies auch aus einer Abbildung hervor, die Otth hinterlassen und welche sich im Besitze des bernischen botanischen Institutes befindet. Alle charakteristischen Merkmale sind in derselben wiederzufinden, namentlich wenn man diese Abbildung vergleicht mit einer andern, welche Otth von *Pucc. Phragmitis* ausgeführt. Hier nennt freilich Otth die *Puccinia* nicht Var. *Phalaridis,* sondern Var. *obtusata.* Endlich besitzt das Berner botanische

Institut auch Otths Herbarium und aus den dort enthaltenen Originalexemplaren (als *Pucc. arundinacea* Var. bezeichnet) erhellt wiederum aufs deutlichste die Uebereinstimmung seiner *Pucc. arundinacea* var. *Phalaridis* mit unserem Pilze. In obenstehender Figur 6 geben wir die Abbildung der Teleutosporen von der Hunzikerbrücke und daneben diejenigen aus Otths Herbarium. Fig 7 stellt zum Vergleiche die Teleutosporen von *Pucc. Phragmitis* dar.

Die einzige Schwierigkeit, welche der Identifikation unserer zu *Aecidium Ligustri* gehörigen *Puccinia* mit der von Otth beschriebenen Form entgegensteht, ist die Bestimmung der Nährpflanze. Im Herbar hatte Otth dieselbe als *Phragmites* bezeichnet, in seiner Publikation dagegen als *Phalaris arundinacea*. Bei der grossen Ähnlichkeit der vegetativen Teile dieser beiden Gramineen ist nun in der That eine sichere Bestimmung der Otth'schen Originalexemplare, denen keine Blüten beiliegen, sehr schwierig, doch stimmen dieselben durch die dünneren und unterwärts etwas rauhen Blätter in der That besser mit *Phalaris*, während wir oben für unsern Pilz eher auf *Phragmites* geführt wurden. Für den Fall aber, dass weitere Nachforschung die Identität der Nährpflanze für beide Fälle darthun sollte, steht nichts mehr im Wege, die *Puccinia* zum *Aecidium Ligustri* als identisch zu erklären mit dem von Otth beschriebenen Pilz, für den wir, da der Name *Pucc. Phalaridis* inzwischen von Plowright anderweitig vergeben worden ist, die auf der Otth'schen Abbildung gegebene Bezeichnung *Puccinia obtusata* wählen möchten.

Puccinia Festucae Plowr.[1])

Für das *Aecidium Periclymeni* auf *Lonicera Periclymenum* hat Plowright 1890 [2]) die Zugehörigkeit zu einer der *Puccinia coronata* ähnlichen *Puccinia* auf *Festuca ovina* L. und *F. duriuscula* L. nachgewiesen, was seither auch von Klebahn[3]) bestätigt worden ist.

In den Voralpen kommt dieses Aecidium auf verschiedenen *Lonicera*-Arten häufig vor. In reichlicher Entwicklung fand ich dasselbe unter anderem auf *Lonicera nigra* in einem Hohlweg zwischen Sigriswyl und der Wylerallmend im Berner Oberland. Ich suchte daher im Herbst 1892 an dieser Stelle nach den Teleutosporen und fand solche in der

---

[1]) Vorläufige Mitteilung hierüber siehe Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1894 p. XIII.

[2]) Gardeners Chronicle, Vol. VIII, 1890, p. 46.

[3]) Kulturversuche mit heteroecischen Rostpilzen, III. Bericht. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten Jahrg. 1895, p. 150.

That auch auf *Festuca rubra L. var. fallax Thuell.*[1]) Diese letzteren wurden nun zu Versuchen benützt, welche in der That die Zugehörigkeit zu den Aecidien ausser Zweifel setzten und zugleich ergaben, dass diese *Puccinia* mit der *P. coronata* und *coronifera* trotz der grossen Aehnlichkeit nicht identisch ist.

Versuchsreihe I.

Eingeleitet am 11. April 1893. — Als Versuchspflanzen dienten:

Nr. 1—4. *Lonicera nigra,* kleine Pflanzen, im vorangehenden Herbst aus dem Bremgartenwalde in Töpfe verpflanzt.

Nr. 5. *Rhamnus cathartica.* Kleine Pflanze, durch Aussaat erhalten.

Nr. 6 und 7. *Rhamnus Frangula.* Keimlinge einer Aussaat vom November 1892.

Am 19. April waren Spermogonien noch nirgends mit Sicherheit nachzuweisen; am 21. April zeigte Nr. 4 auf einem Blatte ein solches, während Nr. 1—3 da und dort blasse Flecke erkennen liessen. Am 24. April waren auf allen vier *Lonicera nigra* Spermogonien entwickelt; am 3. Mai Aecidienanlagen, zum Teil dem Oeffnen nahe, und endlich am 12. und 20. Mai waren offene Aecidien zu konstatieren. *Rhamnus cathartica* und *Rh. Frangula* dagegen zeigten während des ganzen Verlaufes des Versuches kein Infectionsresultat. *Puccinia Festucae* ist also mit *P. coronata* und *P. coronifera* nicht identisch. Dies bestätigte sich auch in Versuchen, die von mir mit *P. coronata* und *P. coronifera* ausgeführt wurden; es wurden hier *Rh. Frangula* resp. *Rh. cathartica,* nicht aber *Lonicera nigra* mit Erfolg inficiert.[2])

Puccinia persistens Plowr.

Plowright[3]) hat experimentell nachgewiesen, dass das *Aecidium Thalictri flavi* (DC) auf *Thalictrum flavum* zu einer *Puccinia* auf *Triticum repens* gehört, welche er *Puccinia persistens* nennt. Mit diesem *Aecidium Thalictri flavi* wurden nun in den Floren die Aecidien identificiert, welche auf *Th. aquilegifolium, Th. minus* und *Th. Jacquinianum* auftreten (so z. B. bei Winter). — Späterhin fand Johanson[4]), dass auf *Thalictrum*

[1]) Nach gütiger Bestimmung meines Freundes Prof. C. Schröter in Zürich.

[2]) Auf diese mit P. coronata und P. coronifera ausgeführten Versuche näher einzutreten, wäre gegenstandslos, da diese Arten von Klebahn und Eriksson bereits in gründlichster Weise experimentell durchuntersucht sind.

[3]) British Uredineae and Ustilagineae p. 181.

[4]) Svampaz från Island. Oefversigt af kgl. Vedenskaps Academiens Förhandlingar. Stockholm 1884, Nr. 9, p. 161.

alpinum zwei verschiedene Aecidien auftreten, von denen er eines als *Aec. Thalictri* Grev., das andere als *Aec. Sommerfeltii* (= *Caeoma Thalictri Sommerf.*) bezeichnete. Für beide ist durch Juel[1]) die Zugehörigkeit nachgewiesen worden: das erstere ist die Aecidienform von *Puccinia borealis* Juel auf *Agrostis borealis* Hartm. und wahrscheinlich auch *Anthoxanthum odoratum,* das letztere diejenige der *Puccinia septentrionalis* Juel, deren Teleutosporen auf *Polygonum viviparum* und *P. Bistorta* leben. — Als besondere Art endlich stellte dann Magnus[2]) das *Aecidium Thalictri foetidi* auf, welches *Thalictrum foetidum* bewohnt. Dasselbe stimmt in der Gestalt der Aecidienbecher mit *Aecidium Sommerfeltii* etwa überein, unterscheidet sich aber dadurch, « dass die Aecidienbecher auf dem vom Pilze ergriffenen und angeschwollenen Teile dicht gedrängt beieinander hervorbrechen, nicht unregelmässig weit von einander abstehen ».

Am 15. August 1895 fand ich oberhalb Samaden im Oberengadin Exemplare von *Thalictrum minus,* welche sehr reichlich mit Aecidien besetzt waren: zwischen denselben stand *Poa nemoralis var. firmula*[3]), welche besonders an den Blättern in Menge Teleutosporenlager trug, von denen also anzunehmen war, dass sie zum genannten Aecidium gehören. Ich nahm daher Exemplare dieser *Poa* mit und überwinterte dieselben in Bern. Im folgenden Frühjahr wurden mit diesem Material zwei Versuchsreihen eingerichtet.

Versuchsreihe I.

Eingeleitet am 13. Mai 1896. — Die genannten Teleutosporenlager werden aufgelegt auf folgende Pflanzen:

Nr. 1 und 2 *Thalictrum aquilegifolium.*

Nr. 3 und 4 *Aquilegia vulgaris.*

Nr. 5–8 *Thalictrum minus,* welche im vorhergehenden Sommer im Oberengadin gesammelt worden waren.

Nr. 9–11 *Thalictrum foetidum,* die schon einige Jahre im botanischen Garten standen.

Die Versuche wurden am 21., 23., 27. und 30. Mai, am 6. und 18. Juni kontrolliert und ergaben folgendes Resultat:

Nr. 1 (*Thalictrum aquilegifolium*). Am 21. Mai sind an Blattstielen und -Spindeln, auch an einem Fiederblättchen Spermogonien aufgetreten

[1]) Mykologische Beiträge I. Zur Kenntnis einiger Uredineen aus den Gebirgsgegenden Skandinaviens. Oefversigt af kgl. Vedenskaps Akad. Förhandl. Stockholm 1894, Nr. 8, pag. 411; — Mykologische Beiträge IV, Aecidium Sommerfeltii und seine Puccinia Form. Ibid. 1895, Nr. 6, p. 379 ff; — Mykolog. Beiträge V. Ibid. 1896, Nr. 3, p 216.

[2]) Erstes Verzeichnis der ihm aus dem Kanton Graubünden bekannt gewordenen Pilze. 1890, p. 32.

[3]) Nach gütiger Bestimmung durch meinen Freund Prof C. Schröter in Zürich.

und zwar in ziemlicher Zahl. Am 27. Mai erblickt man solche in grosser Zahl an Stengeln, Blattspindeln, Blattfiedern und auch an Blütenknospen; am 6. Juni sind Aecidien in Menge vorhanden.

Nr. 2 (*Thalictrum aquilegifolium*). Im wesentlichen gleiches Verhalten wie Versuch Nr. 1.

Nr. 3 und 4 (*Aquilegia vulgaris*). Während der ganzen Versuchsdauer sind weder Spermogonien noch Aecidien aufgetreten.

Nr. 5 (*Thalictrum minus*). Am 23. Mai zeigen einzelne Fiederblättchen helle Flecke, am 27. Mai bemerkt man an einigen Stellen kleine Spermogoniengruppen; am 6. Juni zeigten an einem Blatte ein Fiederblättchen und mehrere Stielchen Aecidien resp. Anlagen von solchen.

Nr. 6 (*Thalictrum minus*). Am 23. Mai sind an zwei Fiederblättchen Spermogonien zu sehen, am 27. Mai sind solche an mehrern Fiederblättchen und deren Stielchen und Ansatzstellen zu finden. Am 6. Juni sind Aecidien entwickelt.

Nr. 7 (*Thalictrum minus*). Erst am 27. Mai bemerkte ich am Stielchen eines Fiederblättchens Spermogonien. Am 6. Juni waren an einem Blattstiel und am Stielchen einer Blattfieder Aecidien zu beobachten.

Nr. 8 (*Thalictrum minus*). Weder Spermogonien noch Aecidien wurden wahrgenommen.

Nr. 9 (*Thalictrum foetidum*). Am 27. Mai waren an einem Fiederblatt Spermogonien aufgetreten, am 30. Mai fand ich solche in geringer Zahl an einigen Fiederblättchen und -Stielchen; am 6. Juni fanden sich an einer Stelle einige Aecidien.

Nr. 10 (*Thalictrum foetidum*). Am 27. Mai sind an einem Fiederstielchen Spermogonien wahrzunehmen; später konnte ich diese inficierte Stelle nicht wieder auffinden.

Nr. 11 (*Thalictrum foetidum*). Am 27. Mai sind an mehrern Fiederblättchen resp. deren Stielchen Spermogonien aufgetreten, am 30. Mai sind solche an ziemlich vielen Stellen aufzufinden, dagegen kam es nicht zur Aecidienbildung.

Versuchsreihe II.

Eingeleitet am 28. Mai 1896. — Teleutosporenmaterial von gleicher Herkunft wie dasjenige der Versuchsreihe I wurde aufgelegt auf:

Nr. 1 *Thalictrum minus.*

Nr. 2 und 3 *Thalictrum foetidum.*

Nr. 4 *Thalictrum aquilegifolium.*

Nr. 5 *Aquilegia vulgaris.*

Die Versuche wurden am 6., 13. und 17. Juni kontrolliert und ergaben folgendes Resultat:

Nr. 1 (*Thalictrum minus*). Am 6. Juni waren an vereinzelten Fiederblattstielchen Spermogonien zu sehen, am 13. Juni zeigten sich auch einige Fiederblättchen inficiert und sind bereits Aecidien aufgetreten.

Nr. 2 (*Thalictrum foetidum*). Lässt am 6. Juni noch kein Infectionsresultat erkennen, am 13. Juni sind an mehrern Stellen der Blattspindeln Spermogonien und junge Aecidien zu erkennen; am 18. Juni sind mehrere Fiederblattstielchen stark angeschwollen und mit Spermogonien oder Aecidien besetzt.

Nr. 3 (*Thalictrum foetidum*). Erst bei der Revision vom 17. Juni fand ich an einem Stengel eine Anzahl von kleinen Spermogoniengruppen oder jungen Aecidien.

Nr. 4 (*Thalictrum aquilegifolium*). Am 6. Juni zeigt ein jüngeres Blatt an zahlreichen Fiederblättchen und -Stielchen Spermogonien in Menge; es sind solche dann auch am 13. Juni in vereinzelten Gruppen an einem ältern Blatte erschienen; am 17. Juni findet man am ersteren Blatte viele Aecidien.

Nr. 5 (*Aquilegia vulgaris*) bleibt während der ganzen Dauer des Versuches gesund.

Exemplare der genannten *Thalictrum*arten und *Aquilegia*, denen keine Teleutosporen aufgelegt worden waren, standen im Freien in einem Kasten und dienten als Kontrollexemplare. Noch am 24. Juni zeigten dieselben weder Spermogonien noch Aecidien.

Es ergibt sich somit aus unsern Versuchen:

1. dass das Aecidium auf *Thalictrum minus*, welches ich bei Samaden beobachtet, zu einer *Puccinia* auf *Poa nemoralis var. firmula* gehört;
2. dass dieselbe *Puccinia* ihre Aecidien auch auf *Thalictrum aquilegifolium* und *foetidum* ausbildet;
3. dass diese *Puccinia* nicht auf *Aquilegia vulgaris* übergeht, mithin mit *P. Agrostidis* Soppitt nicht identisch ist.

Zu untersuchen bleibt nun noch, ob diese *Puccinia* mit *Pucc. persistens* Plow. oder *P. borealis* Juel. zu identificieren ist. Zu dem Zwecke wäre es zunächst nötig, zu wissen, ob dieselbe auch auf *Thalictrum flavum* oder *alpinum* ihre Aecidien ausbilden kann. Leider konnte ein Infectionsversuch auf diesen Pflanzen nicht ausgeführt werden. In zweiter Linie kann aber auch bis zu einem gewissen Punkte die morphologische Untersuchung einen Anhalt für diese Frage ergeben, wenn auch nicht endgültige Entscheidung: Was zunächst die Aecidien unserer *Puccinia* anbelangt, so stehen dieselben auf den erkrankten Blattstellen meist sehr dicht beieinander und stimmen in dieser Beziehung sowie auch in Bezug auf ihre Grösse mit denjenigen der *Pucc. persistens* überein, welche Sydow in Nr. 500 seiner «Uredineen» auf *Thalictrum flavum* ausgegeben hat. Die Höhe der Aecidienbecher ist schwankend, wir finden die letztern

bald kürzer, bald mehr verlängert cylindrisch-röhrig, was bekanntlich von den äussern Entwicklungsbedingungen abhängt. Ebenso sind auch die Aecidien bald in grösserer, bald in geringerer Zahl zu Gruppen vereinigt (in den Exemplaren von Samaden z. B. oft sogar ganz vereinzelt oder nur zu wenigen). Gerade dieser letztere Fall stimmt nun aber auch gut mit Juels Angabe überein, wonach bei *P. borealis* die Aecidien an der untern Blattfläche stehen, nur wenige (ungefähr 8—12) beisammen. *Aecidium Sommerfeltii* dagegen ist von unserem Aecidium deutlich verschieden durch die locker stehenden Becher. Das *Aec. Thalictri foetidi* endlich ist nach Magnus vom *Aecidium Thalictri flavi* durch die Kleinheit der Aecidienbecher verschieden.

Die Teleutosporenlager treten an der Blattunterseite auf; sie sind strichförmig, bis etwa 1 mm. lang und verlaufen in der Längsrichtung des Blattes. Sie sind tief im Blattgewebe eingesenkt und bleiben sehr lange von der Epidermis bedeckt. Die Teleutosporen sind innerhalb der einzelnen Lager zu kleinern Paraphysen-umgebenen Gruppen vereinigt; ihre Gestalt ist eine ziemlich ungleichartige: cylindrisch bis keulenförmig oder ganz unregelmässig, am Scheitel gerundet oder abgeplattet, oft ungleichseitig, an der Basis gerundet oder allmählig nach unten verschmälert, an der Grenze beider Zellen meist kaum eingeschnürt, 32—56 μ lang, 10—18 μ breit; die untere Zelle ist bald länger und schmäler, bald auch kürzer und breiter als die obere. Die Membran ist glatt, dünn; in der untern Zelle fast farblos, wird sie nach oben allmählig bräunlich; am Scheitel ist sie verdickt (4—7 μ) und braun gefärbt. Die Teleutosporen sind sehr kurz gestielt, fast sitzend und fallen nicht ab. Auffallend ist, dass die Membran, welche die untere Zelle der Teleutospore vom Stiel abgrenzt, sehr oft verdickt und stark lichtbrechend ist. Siehe Tafel I, Fig. 5 und 6, sowie nebenstehende Fig. 8.

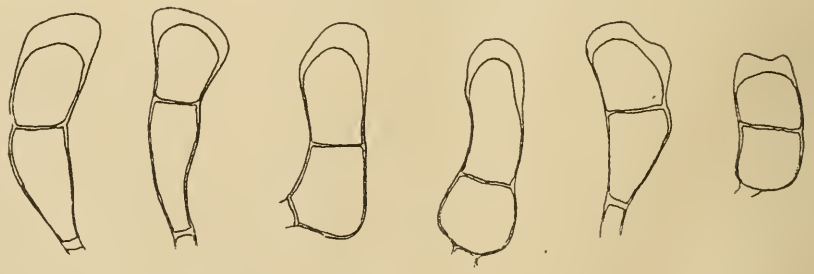


Fig. 8.
Teleutosporen von Puccinia persistens auf Poa nemoralis var. firmula von Samaden. Vergr. 620.

Vergleichen wir damit die Beschreibung, welche Plowright (l. c.) von *Puccinia persistens* gibt, so ist bei der Kürze derselben allerdings ein ganz sicheres Urteil über die Uebereinstimmung oder Nichtüberein-

stimmung mit unserer Puccinie nicht zu gewinnen; doch passt dieselbe im ganzen und grossen auf unseren Fall, abgesehen von den Angaben: «apex slightly thickened» und «lower cell brown». Aber auch die Beschreibung, welche Juel von *P. borealis* gibt, stimmt nicht schlecht: Teleutosporen an der untern Blattfläche, von der Epidermis bedeckt, in kleinen, linearen, aber meistens unregelmässig zusammenfliessenden Häufchen von schwarzer Farbe. Sporen von etwas wechselnder Form, braun, sehr kurz gestielt, ca. 35—45 μ lang, 12—18 μ breit, obere Zelle an der Spitze mit etwas verdickter Wand. Nach der Abbildung, die Juel in seinen Mycol. Beiträgen V (l. c.) gibt, scheint aber der Scheitel der Teleutosporen etwas mehr gerade abgestutzt zu sein, als in unserem Falle.

Ich halte es einstweilen — bis Infectionsversuche mit *Thalictrum flavum* und *alpinum* ausgeführt sind — für das zweckmässigste, unsern Pilz einstweilen bei *P. persistens* zu belassen.

Puccinia Smilacearum-Digraphidis (Soppitt) Kleb.

Durch einwandfreie Versuche hat Klebahn[1]) endgültig dargethan, dass die Aecidien auf *Polygonatum*, *Convallaria*, *Majanthemum* und *Paris quadrifolia* zu ein und derselben *Puccinia* (*P. Smilacearum-Digraphidis* [Soppitt] Kleb.)[2]) gehören, womit die lange Diskussion über diesen Gegenstand ihren Abschluss gefunden haben dürfte, um so mehr als seither auch Wagner[3]) zu übereinstimmenden Resultaten kam. Immerhin mag es nicht ohne Interesse sein, hier noch eine Versuchsreihe anzuführen.

Im Herbst 1893 sandte mir mein Freund Dr. F. v. Tavel Teleutosporen-behaftete *Phalaris arundinacea* zu, welche er im Sihlthal bei Zürich gesammelt hatte. Dieselben wurden überwintert und am 3. April 1894 folgenden Pflanzen aufgelegt: *Allium ursinum* mit jungen Blättern (2 Töpfe), *Listera ovata*, *Arum maculatum*. Bei allen diesen vier Pflanzen blieb aber die Infection erfolglos.

Weiteres Teleutosporenmaterial, welches Herr Dr. v. Tavel am 16. April 1894 an derselben Stelle gesammelt hatte, wurde am 20. April aufgelegt auf: *Listera ovata*, *Allium ursinum*, *Polygonatum officinale* (2 Töpfe),

---

[1]) Kulturversuche mit heteroecischen Rostpilzen, IV. Bericht 1895. Zeitschr. f. Pflanzenkrankheiten, Bd. V, Heft 5, p. 263 ff.

[2]) Ibid. Bd. VI, Heft 5, p. 261.

[3]) G. Wagner. Beiträge zur Kenntnis der Puccinia silvatica Schröter und der Puccinia sessilis Schneid. Berichte der deutschen bot. Gesellsch. 1896. p. 212.

Convallaria majalis (3 Töpfe). Am 28. April zeigten die inficierten *Polygonatum* bereits Spermogonien, am 30. April sah man solche vereinzelt auch auf zwei *Convallaria*pflanzen. Am 10. Mai ist das eine *Polygonatum* abgestorben, das andere, sowie auch die 3 Convallarien zeigen Spermogonien in grosser Zahl: am 18. Mai sind junge, z. T. eben sich öffnende Aecidien zu konstatieren.

Eine Ergänzung finden diese Versuche durch sorgfältige Beobachtungen, welche Herr Dr. v. Tavel am Standorte selbst machte. Er schrieb mir unter dem 16. Mai 1894 folgendes:

«Der Standort liegt am rechten Ufer der Sihl oberhalb Zürich. Es handelt sich um ein Buschwäldchen, im Westen umflossen von der Sihl, östlich an einen steilen, stellenweise etwas felsigen Molassehang sich anlehnend, welcher bewaldet ist. Die Vegetation des Wäldchens ist äusserst üppig. An der betreffenden, nicht ausgedehnten Stelle wuchern im Gebüsch mehrere Stöcke der *Phalaris*, rings umgeben von *Cornus*, *Viburnum*, *Ligustrum*, *Spiraea Aruncus* und *Ulmaria*, *Mercurialis perennis*, *Aegopodium*, *Viola mirabilis*, *Orchis maculata* und *fusca*, *Listera ovata*, ferner den Liliaceen *Lilium Martagon*, *Allium ursinum*, *Majanthemum bifolium*, *Polygonatum multiflorum*, *Paris quadrifolia*, letztere an der Stelle spärlich. Diese Liliaceen stehen so dicht nebeneinander, dass sie sich und die *Phalaris* berühren. Die dürren Pilz-tragenden Halme senkten sich im Frühjahr zum Teil geradezu über die jungen Triebe, wie man's im Laboratorium nicht besser machen kann. Gleichwohl war weder *Allium*, noch *Lilium*, noch *Majanthemum* inficiert, wohl aber reichlich und auf allen vorhandenen Stöcken *Polygonatum* und *Paris*. Ich wiederhole, es erscheint gänzlich ausgeschlossen, dass *Majanthemum* bei der Infection etwa übergangen worden wäre. *Arum* war nicht zur Stelle, *Convallaria majalis* fand sich am Abhang in einiger Entfernung, ihre Infection war dort nicht möglich und alle Stöcke denn auch gesund. Die Infection ist wohl des Gebüsches wegen nur auf kurze Entfernung gelungen; keine 10 Schritte von der *Phalaris* waren *Paris* und *Polygonatum* gesund. Weit und breit war auf den oben genannten massenhaft wuchernden Liliaceen nichts von einem Aecidium zu finden. Nur in einer Entfernung von vielleicht 1 Kilometer fand ich auf *Allium ursinum* ein einziges Blatt mit Spermogonien . . . . . Vielleicht kommen die Aecidien auf *Majanthemum* noch, wahrscheinlich nicht.»

Aus dieser Darstellung geht hervor, dass das zu den Versuchen verwendete Teleutosporenmaterial aus einer Infection durch die Aecidiosporen auf *Polygonatum* und *Paris* hervorgegangen ist. Es ergeben sich aus meinen Experimenten und diesen Mitteilungen folgende Resultate:

1. Die *Puccinia* auf *Phalaris* geht nicht auf *Lilium Martagon* und *Allium ursinum*. Ebenso geht sie nicht auf *Listera ovata*, was mit Kle-

bahns Ansicht übereinstimmt, es sei *Pucc. Orchidearum-Phalaridis* nicht identisch mit *P. Smilacearum-Digraphidis.*

2. Ebenso wurde durch dieselbe *Majanthemum bifolium* nicht inficiert.
3. Teleutosporen, welche aus Aecidiosporen von *Polygonatum* und *Paris* hervorgegangen sein müssen, inficieren nicht nur *Polygonatum* und *Paris,* sondern auch *Convallaria majalis.*

Mit andern Worten: die hier angeführten Beobachtungen stehen in vollem Einklang mit denjenigen von Klebahn, abgesehen von dem abweichenden Verhalten des *Majanthemum bifolium,* sofern bei diesem nicht ein Infectionsresultat erst nachträglich auftrat. Man wird hier, wie auch Dr. v. Tavel meint, am ehesten geneigt sein, an eine individuelle Disposition der *Majanthemum*pflanze zu denken: z. B. frühere oder spätere Entwicklung der Blätter, so dass im Momente der Infection keine empfängnisfähigen vorlagen. Ein solcher negativer Erfolg auf *Majanthemum* ist übrigens seither auch von Klebahn[1]) in einer Versuchsreihe vom Jahre 1897 beobachtet worden.

Puccinia helvetica Schröter.[2])

Dieser Pilz, zum erstenmale von Fuckel[3]) infolge falscher Bestimmung der Nährpflanze unter dem Namen *Puccinia Rubiae* beschrieben, dürfte in der Schweiz im ganzen Verbreitungsbezirk der *Asperula taurina* vorkommen. — In ihren Beschreibungen desselben geben Fuckel (l. c.) und auch Winter[4]) nur Uredo- und Teleutosporen an; dagegen fand Barclay[5]) für diese oder doch jedenfalls eine nahe verwandte Art, welche in Simla auf *Rubia cordifolia* vorkommt, auch Spermogonien.

Eine Reihe von Infectionsversuchen, die ich mit diesem Pilze ausführte, ergaben denn auch in der That, dass wir es mit einer *Brachypuccinia* zu thun haben:

Versuch I.

Eingeleitet am 4. April 1892. Als Infectionsmaterial dienten Teleutosporen, welche ich im September 1891 bei Schöneck am Vierwaldstättersee gesammelt hatte, als Versuchspflanze *Asperula taurina,* die

[1]) Kulturversuche mit heteroecischen Rostpilzen, VI. Bericht, 2. Teil, 1897. Zeitschrift f. Pflanzenkrankheiten, Bd. VIII. 1898, p. 23.

[2]) S. vorläufige Mitteilung in Comptes rendus de la société helvétique des sciences naturelles réunie à Bâle 1892, p. 93.

[3]) Symbolae Mycologicae, Nachtrag II p. 14–15.

[4]) Rabenhorst Kryptog. Flora, Editio 2.

[5]) Descriptive List of the Uredineae of Simla 1889.

im vorangehenden Jahre aus den Alpenanlagen des Berner botanischen Gartens in einen Topf eingepflanzt worden war. Dieselbe zeigte eine Anzahl junger, eben aus dem Boden hervorbrechender Sprosse mit je 1—3 entwickelten Blattquirlen. Noch sei bemerkt, dass ich an dem betreffenden Stocke in den Alpenanlagen auch seither nie Puccinien auftreten sah. — Gleichzeitig wurden als Kontrollversuch Teleutosporentragende Blattstücke auf Objectträger feucht gestellt. Tags darauf zeigten letztere ausgebildete Basidien und Basidiosporen. — Am 5. April wurden ferner Teleutosporen-tragende Blattfragmente auf abgeschnittene junge Blätter von *Asperula taurina* aufgelegt. Am folgenden Tage waren bereits da und dort die Keimschläuche der abgeworfenen Basidiosporen in die Epidermis eingedrungen und am 7. April waren solche eindringende Keimschläuche in Menge zu finden; an einer Stelle sah ich z. B. vier solche in eine einzige Epidermiszelle sich einbohren (s. Tafel II, Fig. 7).

Als dann am 13. und 14. April die inficierten Topfpflanzen wieder nachgesehen wurden, da waren an mehreren Blättern, meist an der Oberseite, weniger zahlreich an der Unterseite, Spermogonien sichtbar. Dieselben sind ziemlich unscheinbar, weil die von ihnen besetzten Blattteile wenig verfärbt erscheinen (sie sind bloss etwas heller grün als die Umgebung). Am 16. April sind die Spermogonien-tragenden Stellen schon auffallender: sie erscheinen bräunlich-gelb, was hauptsächlich von der entsprechenden Farbe der Spermogonien herrührt. Am 25. April fand ich die letztern geöffnet, resp. Spermatien entleerend.

Am 29. April beginnen an einigen Blättern Uredolager hervorzubrechen und zwar zerstreut zwischen den Spermogonien. Letztere sind noch gut entwickelt und zeigen einen starken, angenehmen Geruch. Am 5. Mai sind die Uredolager auf beiden Blattseiten sehr zahlreich geworden; sie haben oft eine verlängerte, gebogene Gestalt und sind kreisförmig je um eine Gruppe von Spermogonien angeordnet, was dem Umstande zuzuschreiben ist, dass sie an der Peripherie desselben Mycels, welches die Spermogonien bildete, entstehen. Die *Asperula*sprosse haben jetzt etwa 4—6 Quirle, von denen aber die jüngsten (nach dem 4. April entstandenen) pilzfrei sind.

Versuch II.

Am 7. und 8. April 1892 wird Teleutosporenmaterial gleicher Herkunft wie dasjenige von Versuch I auf zwei Töpfe mit jungen Sprossen von *Asperula taurina* aufgelegt. Das Resultat war dasselbe wie oben: am 20. April bemerkte ich die ersten Spermogonien, am 13. Mai Uredolager (wohl schon 2—3 Tage früher hervorgebrochen); am 23. Mai sind letztere massenhaft entwickelt, wiederum zum Teil in sehr schöner kreisförmiger Anordnung.

Versuch III.

Es war sehr nahe liegend, zu untersuchen, ob *Puccinia helvetica* auch auf andere *Asperula*-Arten, z. B. *A. odorata*, übergehe. Die Frage musste schon bei der nähern Durchsicht des Standortes bei Schöneck verneint werden: die *Asperula odorata*, welche dort neben den stark befallenen *A. taurina* stand, war nämlich gesund; bloss in einem Falle fand ich auf derselben eine *Puccinia*, die sich aber schon bei flüchtiger Untersuchung als von *P. helvetica* verschieden erwies; es war das wohl *P. Galii*. Nichtsdestoweniger aber wurde noch ein Versuch ausgeführt: am 9. April legte ich Teleutosporenmaterial von *P. helvetica* auf abgeschnittene junge Blätter der *Asp. odorata* und stellte das Ganze unter Glasglocke feucht. Am 11. April waren zahlreiche Basidiosporen abgeworfen, welche auch bereits Keimschläuche gebildet haben; manche dieser letztern sind um ein mehrfaches länger als die Sporen und haben sich eingerollt, aber nirgends war ein Eindringen in die Epidermis zu konstatieren, auch am folgenden Tage nicht. *Puccinia helvetica* scheint demnach *Asp. odorata* nicht zu befallen.

Versuch IV.

Am 17. Mai 1892 wurden Uredosporen-behaftete Blätter und Sprosse des Versuchs I über einen Blumentopf mit zahlreichen gesunden, zum Teil blühenden Sprossen von *Asperula taurina* ausgeklopft. Am 4. Juni sind an der Unterseite mehrerer Blätter kleine Uredolager aufgetreten. Dieselben stehen einzeln, hie und da auch zu mehreren, umgeben von einem blasser grün gefärbten Hofe. Die entsprechende Stelle der Blattoberseite ist ebenfalls etwas blasser grün als die Umgebung. Spermogonien dagegen sind nicht zu finden. Es entstehen somit bei der Infection durch Uredosporen direkt wieder Uredolager ohne vorausgehende Spermogonien. Am 8. Juni waren diese Uredolager an vielen Blättern zum Teil in grosser Zahl sichtbar, teils einzeln, teils in Gruppen unregelmässig beisammen stehend. Mikroskopische Untersuchung ergab keinen Unterschied zwischen diesen Uredosporen und den in Verbindung mit den Spermogonien (Versuche I und II) aufgetretenen. Am 3. August endlich sind an einigen Blättern und Stengelstücken Teleutosporenlager aufgetreten und zwar zeigen diese nun ihrerseits eine kreisförmige Anordnung an der Peripherie der Uredo-tragenden Blattflecken. Es entstehen somit die Teleutosporen am gleichen Mycel wie die Uredosporen, aber in besondern Lagern.

Nach diesen Versuchen gestaltet sich somit der Entwicklungsgang von *Puccinia helvetica* folgendermassen. Die Teleutosporen producieren im Frühjahr Basidiosporen, diese dringen in die jungen Blätter von

Asperula taurina ein und producieren ein Mycel, das nach 9—12 Tagen Spermogonien bildet und nach weitern 15—20 Tagen die primären Uredolager zu reifen beginnt. Ob dasselbe Mycel im Stande ist, später auch Teleutosporenlager zu bilden, wurde nicht festgestellt. Die Uredosporen gelangen auf neue und zwar diesmal ausgewachsene Blätter und Stengel von *Asperula taurina* und bilden dort ein Mycel, welches keine Spermogonien, sondern direkt wieder (sekundäre) Uredolager bildet, welche cirka 16 Tage nach der Infection hervorzubrechen beginnen; an der Peripherie des gleichen Mycels entstehen später Teleutosporenlager.

Puccinia expansa Link und Puccinia conglomerata (Str.).

Unter *Pucciniopsis* führt Winter in der zweiten Auflage der Rabenhorst'schen Kryptogamenflora auch *Puccinia conglomerata* (Str.) an und gibt an, dass dieselbe auf *Homogyne alpina, Adenostyles albifrons, Senecio cordatus, S. nemorensis* u. a. vorkommt, immerhin mit der Bemerkung, dass die Form auf *S. cordatus* und *Adenostyles (Pucc. expansa* Link) vielleicht nicht hieher gehöre. Dietel[1]), welcher sich seither mit diesen Puccinien beschäftigt hat, hält dagegen, gestützt auf genauere Formvergleichung der Teleutosporen, folgende Arten auseinander:

1. *P. conglomerata* (Str.) auf *Homogyne alpina*,
2. *P. Senecionis* Lib. auf *Senecio nemorensis*,
3. *P. expansa* Link auf *Senecio Doronicum, S. cordatus, S. subalpinus, S. aquaticus* und *Adenostyles alpina*,

dazu käme dann noch eine vierte, ausländische Art: *Pucc. Tranzschelii* Dietel. Unter diesen vier Arten kann nur für die zweite mit Bestimmtheit ausgesagt werden, dass sie Aecidien besitzt. Für *P. conglomerata* und *P. expansa* ergibt sich dagegen aus den hier mitzuteilenden Versuchen, dass ihnen die Aecidien fehlen.

Im August 1892 sammelte ich in Saas-Fee im Wallis eine *Puccinia* auf *Senecio cordatus*, die mit *P. expansa* nach Dietels Beschreibung übereinstimmt. Dieselbe wurde in Bern überwintert und am 3. April 1893 aufgelegt auf:

Nr. 1 und 2 *Senecio cordatus*, letztjährige Sämlinge aus dem botanischen Garten.

Nr. 3 und 4 *Homogyne alpina* von Isenfluh im Berner Oberland.

[1]) Über Puccinia conglomerata (Str.) und die auf Senecio und einigen verwandten Compositen vorkommenden Puccinien. Hedwigia 1891, p. 291 ff.

Nachdem noch am 19. April an den Versuchen nichts Auffallendes zu bemerken gewesen, waren am 25. April im Versuche Nr. 1 (also auf *Senecio cordatus)* an einem Blatte mehrere helle Flecken sichtbar, die an der Unterseite Teleutosporenlager trugen; je ein einzelner solcher Fleck fand sich noch an zwei weiteren Blättern. Im Versuche Nr. 2 (ebenfalls *S. cordatus)* zeigte sich an einem Blatt ein solcher unterwärts Teleutosporen-tragender Fleck. Spermogonien waren dabei nicht zu konstatieren. Später zeigte sich beim Versuch Nr. 1 an einem der Infectionsflecke auch an der Blattoberseite ein vereinzeltes Teleutosporenlager und es erschienen solche auch an einem vierten Blatte am Blattstiel. Auf *Homogyne alpina* dagegen zeigte sich bis zum 20. Mai keinerlei Resultat der Infection. — Es ergibt sich also aus diesem Versuche mit Bestimmtheit, dass *P. expansa* eine *Mikropuccinia* ist, ferner mit Wahrscheinlichkeit, dass dieselbe auf *Homogyne alpina* nicht übergeht, mithin mit *P. conglomerata*, wie es Dietel, gestützt auf die morphologische Untersuchung annimmt, nicht identisch ist.

Ein Versuch, welcher im folgenden Jahre mit *Puccinia conglomerata* auf *Homogyne* ausgeführt wurde, blieb ohne Erfolg.

1895 dagegen gelang mir ein mit dieser Art ausgeführter Versuch, wenn auch nicht so vollständig, wie ich es gewünscht. Das Infectionsmaterial bestand aus Teleutosporen auf *Homogyne*, die ich im August 1894 bei Zermatt gesammelt hatte. Dieselben wurden aufgelegt auf:

Nr. 1 und 2 *Senecio cordatus*,
Nr. 3 und 4 *Homogyne alpina*,
Nr. 5 *Bellidiastrum Michelii*.

Ein Kontrollversuch auf Objectträger ergab nur vereinzelte Bildung von Basidiosporen. Am 11. Mai sah man an einem Blatte der *Homogyne* Nr. 3 einen hellern Fleck, an dessen Unterseite am 24. Mai eine Gruppe von Teleutosporenlagern sichtbar war; auch an der entsprechenden Stelle der Oberseite waren 1—2 kleine Teleutosporenlager erschienen. Aecidien oder Spermogonien dagegen zeigten sich nicht. An den übrigen Versuchspflanzen war kein Erfolg der Infection zu konstatieren. — *P. conglomerata* ist mithin ebenfalls eine *Mikropuccinia* und scheint nicht auf *Senecio cordatus* überzugehen. Indess darf dies letztere aus dem Versuche nicht mit Bestimmtheit geschlossen werden, da ja auch auf einer *Homogyne* der Erfolg der Infection ausblieb.

Puccinia Trollii Karst.

Nach Winter (in Rabenhorst Kryptogamenflora, kommt *Pucc. Trollii* Karst. sowohl auf *Trollius europaeus* als auch auf *Aconitum Lycoctonum* vor. Auf ersterer Nährpflanze sind nur Teleutosporen bekannt, auf letzterer fand Winter auch Aecidien, die er für zugehörig hält; er schreibt darüber[1]): «An derselben Lokalität wie *Pucc. Lycoctoni*, teilweise an denselben Pflanzen, kommt ein Aecidium vor, das anfangs August zwar meist schon verdorben war, doch fand sich noch eine ganze Zahl guter Exemplare, die von dem Aecidium, was meiner Ansicht nach zu *Uromyces Aconiti* gehört, wohl zu unterscheiden waren.» Indess fügt Winter selber zu seiner Beschreibung[2]) die Bemerkung hinzu: «Es ist noch nachzuweisen, dass das Aecidium, welches bisher nur auf *Aconitum* gefunden wurde, zu der *Puccinia* gehört. Im Oberengadin kommen beide gemeinschaftlich vor. Dagegen habe ich auf *Trollius* noch kein Aecidium gefunden; die *Puccinia* (am Rigi) war wenige Tage nach dem Schmelzen des Schnees (Mitte Juni) schon vorhanden.» Johanson dagegen spricht[3]), gestützt auf Beobachtungen im Norden, die Meinung aus, es sei *Pucc. Trollii* eine *Mikropuccinia*.

Gutes Material von *Puccinia Trollii*, welches ich im August 1895 am Wege von St. Moritz nach der obern Alpina (Ober-Engadin) auf *Trollius europaeus* sammelte, gab mir Gelegenheit die Frage nach der Zugehörigkeit des Aecidium experimentell zu prüfen und zugleich zu untersuchen, ob wirklich *Pucc. Trollii* auch auf *Aconitum Lycoctonum* übergeht. Zu dem Zwecke wurde am 21. Mai 1896 überwintertes Teleutosporenmaterial vom genannten Standorte auf je vier Topfpflanzen von *Trollius europaeus* und *Aconitum Lycoctonum* aufgelegt. Am 30. Mai war noch kein Erfolg der Infection äusserlich wahrzunehmen, aber am 6. und 8. Juni zeigten sich an 2—5 Blättern der sämtlichen *Trollius*-pflanzen auf der Spreite mehr oder weniger zahlreiche rundliche Flecke von 1—2 mm. Durchmesser. Dieselben waren an der Blattoberseite gelbgrün, an der Unterseite weisslich gefärbt; von Spermogonien war keine Spur zu bemerken, dagegen sah man in der Mitte der Unterseite der Flecke je eine kleine schwärzliche Pustel, welche sich bei näherer Untersuchung als ein epidermisbedecktes Teleutosporenlager zu erkennen gab. Auch an den Blattstielen zeigten sich diese hellen Flecken, zum Teil mit schwarzen in der Längsrichtung verlaufenden Streifen (jungen Teleutosporenlagern); dabei waren die betreffenden Stiele

[1]) Mykologisches aus Graubünden. Hedwigia 1880.
[2]) In Rabenhorst Kryptogamenflora. Edit. 2. p. 199.
[3]) Bot. Notiser 1886 und Botan. Centralblatt Bd. XXVIII. p. 379.

zum Teil stark verkrümmt. — Die gleichzeitig inficierten *Aconitum Lycoctonum* dagegen hatten keine Spur von Flecken oder Teleutosporenlagern.

Am 13. Juni waren an den hellen Flecken meist 1—3 Teleutosporenlager zu bemerken, zuweilen aber auch mehr. Häufig sind auch benachbarte Flecke zusammengeflossen. Vereinzelt war die Epidermis über den Lagern gesprengt. Dagegen sind noch jetzt und bei einer weitern Kontrolle am 20. Juni die *Aconitum*pflanzen durchaus gesund. Ebenso blieb auch eine Topfpflanze von *Trollius europaeus*, welcher keine Teleutosporen aufgelegt worden waren, gesund.

Dieser Versuch ergibt also, dass aus den Basidiosporen von *Puccinia Trollii* ein Mycel hervorgeht, das direkt wieder Teleutosporen, nicht aber Spermogonien, Aecidien und Uredolager produciert. *Pucc. Trollii* ist somit eine *Mikropuccinia* und nicht eine *Pucciniopsis*. Zweitens geht *Pucc. Trollii* nicht auf *Aconitum Lycoctonum* über, darf daher mit *Pucc. Lycoctoni* Fckl. nicht identificiert werden. Es musste

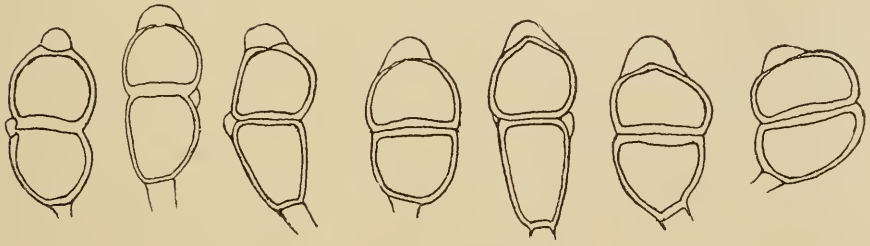


Fig. 9.
Puccinia Trollii. Teleutosporen auf Trollius europaeus von St. Moritz. Vergr. 620.

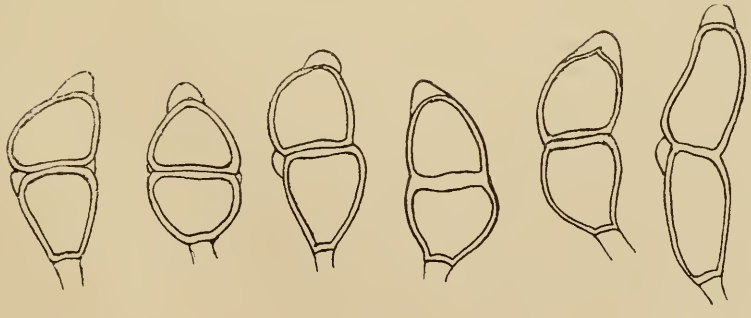


Fig. 10.
Puccinia Trollii. Teleutosporen, durch Infection auf Trollius europaeus erzogen. Resultat des oben beschriebenen Versuchs. Vergr. 620.

sich nun fragen, ob zwischen diesen beiden Arten auch ein morphologischer Unterschied besteht. Soweit meine Untersuchung reicht, ist dies aber nicht oder nur in sehr schwachem Masse der Fall: Teleutosporen der

Puccinia Aconiti Lycoctoni aus Rabenhorst Fungi europaei Nr. 2713 und von Mauvoisin im Val des Bagnes sind denen von *Pucc. Trollii* gleich, höchstens scheinen bei denselben keine so langen und schmalen Formen vorzukommen wie bei letzterer, wie sich dies aus nebenstehenden Figuren

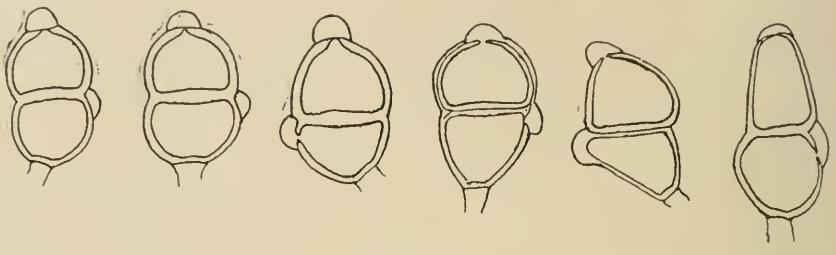


Fig. 11.
Puccinia Aconiti Lycoctoni auf Aconitum Lycoctonum von Mauvoisin, Val de Bagnes. Vergr. 620.

ergibt. Für *Pucc. Aconiti Lycoctoni* ist natürlich durch obige Versuche die Frage nach dem Vorkommen oder Fehlen von Aecidien nicht erledigt. An Exemplaren, die ich bei Mauvoisin sammelte, traten die Teleutosporenlager dicht neben oder mitten in Aecidiengruppen auf, so dass ich geneigt bin, an die Zugehörigkeit der letztern zu glauben.

Puccinia Morthieri Körn. und Puccinia Geranii-silvatici Karst.

Auf *Geranicum silvaticum* treten in der Schweiz zwei durch ihren äussern Habitus sowohl, als auch besonders durch die Beschaffenheit ihrer Teleutosporen verschiedene Puccinien auf: *Pucc. Morthieri* Körn. und *Pucc. Geranii-silvatici* Karst. Erstere ist ziemlich verbreitet, letztere war bis vor nicht langer Zeit nur im Oberengadin bekannt, wo sie allerdings häufig auftritt; seither habe ich sie auch im Wallis (Zermatt, Val de Bagnes) und in den Freiburger und westlichen Berner Alpen (Les Morteys, Walopalp) aufgefunden. Beide werden in der Litteratur unter den Mikropuccinien angeführt; der direkte experimentelle Beweis hiefür soll im folgenden erbracht werden.

Die Teleutosporen von *Pucc. Morthieri* waren am 25. August 1895 unweit Silvaplana im Oberengadin gesammelt worden. Am 28. Mai 1896 wurden dieselben auf eine gesunde Topfpflanze von *Geranium silvaticum* aufgelegt, welche neben ausgewachsenen Blättern nur ein einziges jugendliches zeigte. Am 6. Juni waren an diesem kleinere Flecke

sichtbar, die etwas heller grün waren als die übrige Blattfläche, unterwärts erschienen sie weisslich gefärbt; am 10. Juni hatten dieselben einen Durchmesser von cirka 2—3 mm. erreicht und waren oberwärts gelbgrün, unterwärts heller gelb. Am 13. Juni betrug ihr Durchmesser 3—5 mm., die Färbung war an der Oberseite intensiv hellgrün, an der Unterseite erschienen sie ockergelb und zeigten einige leichte Pusteln als Anfänge der Teleutosporenlager; von Spermogonien war dagegen auf der Blattoberseite keine Spur zu erblicken. Am 17. Juni sind die Flecken noch grösser geworden; ihr Durchmesser erreicht cirka 7 mm.; die Oberseite beginnt etwas rötlich zu werden; in der Mitte der Unterseite sieht man deutlich schwärzlich anlaufende Pusteln. Am 27. Juni endlich sind die Flecken sehr gross und zum Teil zusammengeflossen, mit Durchmesser bis zu 1 cm.; im ganzen zählte ich auf dem einzigen befallenen Blatte deren cirka 50; an der Oberseite sind sie stark rötlich angelaufen, an der Unterseite fast bis zum Rande besetzt von sehr dicht stehenden schwärzlichen Höckern: epidermisbedeckten Teleutosporenlagern; an einzelnen der letztern ist die bedeckende Epidermis gesprengt.

Anders gestaltete sich die Entwicklung bei *Puccinia Geranii-silvatici*. Die Teleutosporen, welche hier als Infectionsmaterial dienten, waren am 24. August 1896 ebenfalls unweit Silvaplana gesammelt worden. Als Versuchspflanzen dienten drei *Geranium silvaticum*, an deren jedem ein noch nicht vollständig entwickeltes Blatt neben fertig ausgebildeten vorhanden war. Der Versuch wurde am 21. Mai eingeleitet. Am 30. Mai zeigte sich äusserlich noch kein Erfolg der Infection, aber am 6. Juni waren am Blattstiel oder an der Spreite je eines Blattes der drei Versuchspflanzen blasser gefärbte Flecken aufgetreten, am Blattstiel von Verkrümmungen begleitet, und an diesen Flecken zeigten sich, besonders an den Spreiten, mehr oder weniger zahlreiche Teleutosporenlager, welche bereits die Epidermis durchbrochen hatten. Späterhin vermehrten sich diese Teleutosporenlager an den einzelnen verfärbten Flecken noch stark.

Als Kontrollexemplare zu beiden Versuchsreihen dienten 5 Stöcke von *G. silvaticum*, welche nicht inficiert wurden und denn auch in der Folge keine Teleutosporenlager ausbildeten.

Als Resultat beider Versuche ergibt sich also:

1. Sowohl *P. Morthieri* als auch *P. Geranii-silvatici* sind Mikropuccinien, besitzen auch keine Spermogonien.
2. Zwischen beiden besteht in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht der Unterschied, dass bei *P. Geranii-silvatici* die Entwicklung der Teleutosporenlager rascher vor sich geht, insbesondere die Epidermis über denselben viel früher durchbrochen wird.

Puccinia Anemones virginianae Schweinitz.

Puccinia Anemones virginianae ist besonders dadurch ausgezeichnet, dass ihre Teleutosporenlager zu grösseren harten Krusten verbunden sind, wobei die Zwischenräume zwischen den einzelnen Lagern durch senkrecht stehende, fest verbundene braune Paraphysen ausgefüllt sind. Sie gleichen in dieser Hinsicht der *Pucc. Virgaureae*. In Bezug auf ihre Entwicklung ist diese *Puccinia* bisher nicht untersucht worden: die Autoren stellen sie zu *Leptopuccinia*, aber es ist, wie Schröter bemerkt, die Keimung ihrer Teleutosporen noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen. Abgesehen davon war noch eine andere Frage zu prüfen: *P. Anemones-Virginianae* ist auf einer ziemlich grossen Zahl von Nährpflanzen beobachtet worden: *Anemone cylindrica, montana, alpina, silvestris, pennsylvanica, virginiana, nigricans* und *Atragene alpina;* lassen sich nun mit der Form auf *Atragene* auch *Anemone*arten inficieren und umgekehrt? Die Versuche, welche ich im Frühjahr 1895 und 1896 unternahm, führten zur Verneinung dieser Frage.

Versuchsreihe I. [1])

Im August 1894 hatte ich an der Südseite der Passhöhe des Grossen St. Bernhard auf *Anemone sulphurea* reichliche Teleutosporenlager von *Pucc. Anemones virginianae* gesammelt. Dieselben wurden in Bern überwintert. Im nächsten Frühjahr erwiesen sie sich als noch ungekeimt, woraus hervorgeht, dass wir es hier nicht mit einer Leptopuccinia zu thun haben. Sie wurden nun am 18. April aufgelegt auf:

Nr. 1. Eine Topfpflanze von *Anemone montana*, die im gleichen Frühling in Sitten ausgegraben worden war.

Nr. 2. Eine Topfpflanze von *Anemone montana*, die sich schon längere Zeit im botanischen Garten in Bern befunden.

Nr. 3—6. Sämlinge von *Atragene alpina.*

Nr. 7—10. Kleine Pflanzen von *Anemone sulphurea*, im gleichen Frühling von Froebel in Zürich bezogen.

Nr. 11. *Anemone nemorosa*

Nr. 12 und 13. Topfpflanze von *Anemone silvestris*, schon längere Zeit im botanischen Garten befindlich.

Ein Kontrollversuch auf Objectträger zeigte am 22. April abgeworfene Basidiosporen.

Bei der Durchsicht der Versuche am 29. Mai zeigten sich bloss auf Nr. 1 *(Anemone montana)* an einem Blatte 2—3 Gruppen von zum

[1]) Die Resultate von Versuchsreihe I und II wurden bereits kurz mitgeteilt in Bull. Soc. botanique de France. T. XLI, p. CCXLI.

Teil ziemlich stark vorgewölbten Teleutosporenlagern; auf den übrigen Pflanzen dagegen war nichts derartiges zu bemerken.

Versuchsreihe II.

Zu dieser Versuchsreihe diente Teleutosporenmaterial gleicher Herkunft wie bei der ersten Versuchsreihe. Dasselbe wurde am 11. Mai 1895 aufgelegt auf:

Nr. 1 und 2. Je eine Topfpflanze von *Anemone sulphurea (?)* (behaart).

Nr. 3. Eine Topfpflanze von *Anemone sulphurea* (kahl).

Nr. 4 und 5. *Atragene alpina.*

Am 29. Mai zeigten sich bei Versuch Nr. 3 an einem Blattabschnitt der *Anemone sulphurea* an der Unterseite gelbliche, höckerig runzelige Flecken; die entsprechende Stelle der Oberseite war braun gefärbt und zeigte auch zum Teil gelbliche Höcker. Mikroskopische Untersuchung ergab, dass es sich hiebei um junge, noch von Epidermis bedeckte Teleutosporenlager handle; Spermogonien dagegen waren nicht zu bemerken. Auch an zwei andern Blättern sind braune Flecken an der Oberseite der Blattfläche zu erkennen und bei einem derselben zeigen sich unterseits gelbliche junge Teleutosporenlager. Am 3. Juni sind an derselben Versuchspflanze an vier Blättern Teleutosporenlager ausgebildet, die nunmehr zum Teil eine glänzend braune Farbe angenommen haben. Die übrigen Pflanzen zeigen keine Teleutosporenlager.

Das Resultat dieser beiden Versuchsreihen ist also nicht ein ganz entscheidendes: Zwar blieb die *Atragene* frei von Teleutosporen, allein da auch bei den *Anemonen* ein positives Resultat nur ganz vereinzelt erzielt wurde, so ist der Schluss noch nicht definitiv zulässig, dass *Pucc. Anemones virginianae* von *Anemone* auf *Atragene* nicht übergeht. Zudem könnte — namentlich bei der ersten Versuchsreihe — an die Möglichkeit gedacht werden, dass die bei *Anemone montana* (resp. *A. sulphurea)* aufgetretenen Teleutosporenlager von einer vor dem 18. April (resp. 11. Mai) stattgehabten spontanen Infection herrühren.

Ein besseres und entscheidenderes Resultat ergaben Versuche mit Teleutosporen auf *Atragene alpina,* welche am 4. Oktober 1895 in der Schlucht des Schlatteinbaches bei Samaden von Herrn Revierförster Candrian gesammelt worden waren:

Versuchsreihe III.

Eingeleitet am 13. Mai 1896. — Teleutosporenmaterial auf *Atragene* obiger Herkunft werden aufgelegt auf:

Nr. 1 und 2. Eine Topfpflanze von *Anemone alpina*[1]), im Sommer 1895 im Oberengadin ausgegraben.

Nr. 3—5. *Atragene alpina*, Sämlinge.

Nr. 6. *Anemone montana*, aus dem botanischen Garten in Bern.

Ein gleichzeitig eingerichteter Kontrollversuch auf Objectträger ergab am 15. Mai reichliche Bildung von Basidiosporen.

Am 23. Mai zeigte Versuch Nr. 4 verkrümmte, heller gefärbte Blatt- resp. Fiederstiele und an einer Spreite einen hellen Fleck, unterwärts mit gelben Pusteln, Nr. 5 mehrere verfärbte Blattstellen, ebenfalls unterwärts mit gelblichen Pusteln.

Am 27. Mai waren auch in Nr. 3 vereinzelte blasse Flecke aufgetreten; Nr. 4 trägt an 7, Nr. 5 an 3 (von fünf) Blättern solche, unterseits und zum Teil auch oberseits mit gelben Pusteln, die sich bei mikroskopischer Untersuchung als Teleutosporenlager ausweisen.

Am 6. Juni fangen die Flecke an sich zu bräunen.

Die übrigen Versuchspflanzen, *Anemone alpina* und *montana* zeigen dagegen keinen Erfolg der Infektion.

Versuchsreihe IV.

Eingeleitet am 28. Mai 1896 mit Teleutosporenmaterial derselben Herkunft wie dasjenige der Versuchsreihe III. Als Versuchspflanzen dienten:

Nr. 1 und 2. *Atragene alpina:* kleinere Pflanzen aus dem botanischen Garten in Bern.

Nr. 3 und 4. *Atragene alpina*, Pflanzen mit schon ziemlich langem Stengel, ebenfalls aus dem botanischen Garten.

Nr. 5—8. *Anemone alpina*, Pflanzen, die im Sommer 1895 aus dem Oberengadin mitgebracht worden waren.

Am 6. Juni zeigen die Versuche Nr. 2, 3 und 4 helle Flecke an einzelnen Blättern.

Am 13. Juni ist der Zustand der Versuche folgender:

Nr. 1 *(Atragene alpina):* an mehrern Blattstielen reichlich gelbe Flecke mit Pusteln.

Nr. 2 *(Atragene alpina):* an zwei Blättern dunkelgelbe Pusteln, zum Teil mit beginnender Bräunung.

Nr. 3 *(Atragene alpina):* an den 6 jüngsten Blättern gelbe Flecke mit Pusteln, zum Teil sehr reichlich.

Nr. 4 *(Atragene alpina):* an den 5 jüngsten Blättern zum Teil reichliche gelbe Flecke mit Pusteln.

---

[1]) Unter A. alpina ist hier und in der folgenden Versuchsreihe auch A. sulphurea mitinbegriffen; da die Pflanzen nicht blühten, liess sich nämlich nicht feststellen, ob die gelbe oder die weissblühende Art vorlag.

Nr. 6 *(Anemone alpina):* kein Infektionsresultat.

Nr. 5, 7, 8 waren schon am 3. Juni zu Grunde gegangen oder gewelkt.

Am 24. Juni ergab die Durchsicht der Versuchspflanzen:

Nr. 1 *(Atragene alpina):* an einigen Blattstielen, deren Spreite leider abgefressen, glänzend tiefschwarze Teleutosporenlager-Gruppen.

Nr. 2 *(Atragene alpina):* an zwei Blättern dunkelbraune Teleutosporenlager-Gruppen, von gelbem Hofe umgeben, zum Teil angefressen.

Nr. 3 *(Atragene alpina):* an 6 Blättern zum Teil ziemlich zahlreiche Teleutosporenlager-Gruppen, welche zum Teil dunkelbraun gefärbt sind.

Nr. 4 *(Atragene alpina):* an sämtlichen 9 Blättern der Pflanze Teleutosporenlager-Gruppen, bei den untern Blättern mehr vereinzelt, bei den oberen zahlreich, zum Teil schwarz, zum Teil braun gefärbt.

Nr. 6 *(Anemone alpina):* kein Infektionsresultat.

Der Vollständigkeit halber sei noch bemerkt, dass drei Topfpflanzen von *Atragene alpina*, welche nicht inficiert worden und im Freien stehen geblieben waren, am 24. Juni keine Spur von Teleutosporenlagern zeigten.

In den Versuchsreihen III und IV wurde also in allen Fällen *Atragene alpina* erfolgreich inficiert und zwar entstand aus den Basidiosporen direkt ein teleutosporenbildendes Mycel ohne Spermogonien, und zwar erst im Frühling nach Ueberwinterung: Wir haben es also auch hier mit einer Mikropuccinia zu thun. In allen mit *Anemone alpina* und *montana* eingeleiteten Versuchen dagegen blieb die Infection erfolglos. Man könnte aber immerhin noch einwenden, es seien die Anemonen, welche als Versuchspflanzen dienten, zu wenig zahlreich und vielleicht auch zu wenig kräftig gewesen, und es hätte sich bei Vermehrung der Versuche auf denselben vielleicht doch ein Resultat gezeigt; allein dem regelmässigen und reichlichen Erfolg auf *Atragene* gegenüber lässt sich dies doch wohl kaum aufrecht erhalten.

Aus allen 4 Versuchsreihen ergibt sich aber doch mit grosser Wahrscheinlichkeit, dass *Pucc. Anemones virginianae* von *Atragene* nicht auf die *Anemonen*, und umgekehrt *Pucc. Anemones virginianae* von *Anemone alpina* nicht auf *Atragene* übergeht. Greifbare morphologische Unterschiede zwischen den Teleutosporen beider Formen aufzufinden, gelang mir aber nicht. Es ist ein solcher übrigens auch schon deshalb schwer nachweisbar, weil in ein und demselben Lager resp. in ein und derselben Teleutosporenlager-Gruppe die einzelnen Sporen ausserordentlich ungleich gestaltet sind.

Puccinia Veronicarum DC.

Bekanntlich hat für diese in den Voralpen auf *Veronica urticifolia* ausserordentlich häufig auftretende *Puccinia* Körnicke[1]) zum erstenmale auf das Vorkommen von zweierlei Teleutosporen hingewiesen: die einen (var. α. *fragilipes*) sind derbwandiger, lebhafter gefärbt, leicht abfällig und keinem nicht sofort aus, während die andern (var. β. *persistens*) dünnwandiger, heller gefärbt, nicht abfällig sind und sofort auskeimen.

Im Jahre 1893 führte ich einige Versuche aus, welche über die entwicklungsgeschichtlichen Beziehungen dieser beiden Sporenformen untereinander Auskunft geben.

Das Teleutosporenmaterial, welches zur Verwendung kam, war Ende September 1892 am Sigriswylergrat (Berner Oberland) auf *Veronica urticifolia* gesammelt und in Bern überwintert worden. Am 11. April 1893 legte ich dasselbe auf:

Nr. 1 und 2 *Veronica urticifolia* } beide im vorangehenden Herbst aus dem
Nr. 3 und 4 *Veronica officinalis* } Bremgartenwald b. Bern in Töpfe gepflanzt.

Ein Kontrollversuch auf Objectträger ergab tags darauf Bildung von Basidiosporen. — Noch am 27. April zeigte sich an den inficierten Topfpflanzen nichts auffallendes, als aber am 2. Mai dieselben wieder durchgesehen wurden, da waren an beiden *V. urticifolia* an der Unterseite der Blätter blassbraune kompakte polsterförmige Sporenlager aufgetreten, die von einem etwas blassen Hofe umgeben waren; die entsprechende Stelle der Blattoberseite war ebenfalls etwas blasser gefärbt als die Umgebung, lässt aber keine Spermogonien erkennen. Am 4. Mai wurden diese Sporenlager näher untersucht und es zeigte sich, dass sie aus Teleutosporen bestanden, die eine farblose Membran besassen und vielfach gekeimt hatten: mithin handelte es sich um die *forma persistens*. Die hiebei gebildeten Basidiosporen schienen mir etwas kleiner zu sein, als die an den überwinterten Teleutosporen entstandenen, doch kann dies Zufall gewesen sein. — Von den beiden *Veronica officinalis* ist die eine tot, die andere befindet sich in schlechtem Zustande, lässt aber keine Teleutosporenlager erkennen. Ebenso sind zwei *Veronica urticifolia*, die nicht inficiert worden waren, ohne Teleutosporenlager geblieben.

Am 9. Mai sind auf *V. urticifolia* weitere Sporenlager aufgetreten; dieselben umgeben die erstentstandenen zuweilen in kreisförmiger Anordnung, sind mithin aus dem gleichen Mycel hervorgegangen. Diese neuentstandenen Lager bestehen aus braunwandigen, nicht gekeimten Sporen (*f. fragilipes*); aber neben letzteren, in den gleichen Lagern zeigen sich

[1]) Hedwigia 1877, p. 1.

auch farblose, gekeimte (*f. persistens*); immer prädominieren jedoch in der weitern Entwicklung (kontrolliert am 17. und 24. Mai) offenbar die erstern bei weitem, denn die nachträglich entstandenen, kreisförmig angeordneten Lager zeigen meist braune Farbe, während die von ihnen umschlossenen weisslich bereift erscheinen.

Man kann also sagen, dass bei der ersten Infektion im Frühling zunächst die *forma persistens* gebildet wird, dass dann später am gleichen Mycel Lager entstehen, in welchen die *forma fragilipes* überwiegt.

Es fragt sich nun aber weiter, was bei der Infektion durch die Sporidien der *forma persistens* entsteht. Pflanzt sie sich als solche fort oder kann aus ihr direkt die *f. fragilipes* hervorgehen? Zur Entscheidung dieser Frage wurden die beiden erwähnten gesunden Exemplare von *Veronica urticifolia* am 4. Mai neben die beiden oben besprochenen erfolgreich inficierten Pflanzen gestellt. An letztern befanden sich in diesem Zeitpunkte gekeimte Sporen der *f. persistens*, die also die gesunden Pflanzen inficieren mussten. Das geschah denn auch: eine der letztern zeigte am 24. Mai Teleutosporenlager und am 10. Juni konnte festgestellt werden, dass auch hier wieder beide Teleutosporenformen aufgetreten waren. Dabei zeigte sich z. Th. wieder die Anordnung, dass Lager mit unzweifelhafter *persistens*-Form von Lagern mit nicht gekeimten Sporen umgeben waren.

Es besteht also zwischen beiden Teleutosporenformen keine regelmässige Alternation, bloss scheinen an den aus der Infektion entstandenen Mycelien im allgemeinen zuerst Lager mit prädominierender *f. persistens* zu entstehen, später solche mit *f. fragilipes*.

Puccinia Malvacearum Mont.

Abweichend von *Pucc. Veronicarum* bildet *Puccinia Malvacearum* keine besondern, zur Überwinterung bestimmten Sporen, vielmehr sind hier sämtliche Sporen sofort keimfähig. Es erhebt sich daher die Frage, in welcher Weise dieser Pilz überwintert: die nächstliegende Annahme ist die, dass die Teleutosporen durch hereinbrechende Kälte am Keimen verhindert, aber in ihrer Keimfähigkeit nicht beeinträchtigt werden. Zur Feststellung dieses Sachverhaltes beobachtete ich während des Winters 1892/93 die *P. Malvacearum*, welche in reichlicher Entwicklung auf den Malven im botanischen Garten in Bern aufgetreten waren. Vom 4. Dezember an waren dieselben schneebedeckt. Am

13. Dez. holte ich unter dem Schnee hervor ein Teleutosporen-tragendes *Malva*blatt, das noch ganz frisch grün war. Die Sporen erwiesen sich bei der Untersuchung fast sämtlich als ungekeimt: als ich sie aber im Zimmer unter eine Glasglocke brachte, bildeten sie bis zum folgenden Tage reichlich Basidiosporen. — Am 10. Januar wiederholte ich den Versuch: es hatte vor diesem Zeitpunkte längere Zeit hindurch z. T. sehr intensive Kälte geherrscht, dabei waren die Malven nur von einer dünnen Schneeschicht bedeckt gewesen, aus welcher die Blätter z. T. hervorragten. Nichtsdestoweniger erfolgte an den ins Zimmer gebrachten Teleutosporenlagern eine reichliche Bildung von Basidiosporen. — Von da ab dauerte die Kälte an, und am 23. Januar trat reichlicher Schneefall ein. Am 31. Januar wurden wieder einige Blätter unter dem Schnee hervorgeholt, die freilich meist noch jugendliche Lager trugen; Tags darauf waren im Zimmer wieder eine Anzahl Basidiosporen gebildet worden. Ein erneuter Versuch am 3. Februar blieb dagegen erfolglos.

Trotz diesem letztern Resultate glaube ich aus obigen Versuchen schliessen zu dürfen, dass die Teleutosporen in der That durch die Kälte am Keimen verhindert werden, aber ohne ihre Keimfähigkeit einzubüssen. Es können also auch solche Teleutosporen, welche sofort zu keimen befähigt sind, zur Überwinterung dienen. Tritt jedoch im Laufe des Winters milde Witterung ein, so kann die Keimung auch in dieser Jahreszeit vor sich gehen und in unserm Falle werden dann wohl auch in der Regel zur Infection geeignete *Malva*blätter entwickelt sein. Selbstverständlich werden sich dagegen die sofort keimenden Teleutosporen in denjenigen Fällen nicht als Überwinterungsmittel eignen, in welchen die Blätter der Nährpflanze schon früh im Jahre absterben; hier werden natürlich nur die Teleutosporen vom Typus der Mikropuccinien die Überwinterung vollziehen können.

Gymnosporangium confusum Plowright.

In einer früheren Arbeit[1]) habe ich durch zahlreiche Versuche dargelegt, dass Plowright[2]) mit Recht neben *Gymnosporangium Sabinae* ein zweites *Gymnosporangium* auf *Juniperus Sabina* unterscheidet, welches

[1]) Über Gymnosporangium Sabinae (Dicks.) und G. confusum Plowr. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten Band I, p. 193—208, 261—283, 1891/92.

[2]) Experimental observations on certain British heteroecious Uredines. Journal of the Linnean Society, Botany Vol. XXIV, 1887, p. 97 ff. — Monograph of the british Uredineae and Ustilagineae 1889, p. 232. — Heteroicous Fungi. Gardeners Chronicle 3. Ser., Vol. 4. London 1888, p. 18—19.

er *G. confusum* nennt. Es bildet dasselbe seine Aecidien auf *Cydonia vulgaris, Crataegus oxyacantha* und *C. monogyna, Mespilus germanica, M. grandiflora* (?) und weniger regelmässig auch auf *Pirus communis*. Ich habe in jener Arbeit einlässlich die entwicklungsgeschichtlichen und morphologischen Verhältnisse dieses Pilzes und seine Unterschiede gegenüber andern Arten besprochen und speciell auch das Vorkommen desselben in der Schweiz nachgewiesen. Seither haben Versuche von Klebahn[1]) das Auftreten von *G. confusum* in der Umgebung von Bremen dargethan und Magnus[2]) stellt eine ganze Reihe von Standorten aus der Mark Brandenburg zusammen.

Versuche, die seit der Publikation meiner genannten Arbeit unternommen wurden, bestätigten zunächst die Thatsache, dass *G. confusum* seine Aecidien regelmässig entwickelt auf *Crataegus* und *Cydonia*, während auf den Birnblättern in den einen Versuchen Aecidien entstanden, in den andern dagegen nicht. Hauptsächlich aber bezogen sich dieselben auf die Frage, wie lange es geht, bis das aus den Aecidiosporenkeimschläuchen entstandene Mycel auf *Juniperus Sabina* Teleutosporenlager bildet. Meine frühern Versuche und Beobachtungen hatten nämlich zu dem Resultate geführt, dass *G. confusum* schon im Frühling nach der Infection auf *J. Sabina* Teleutosporen bilde, während Plowright sie erst im zweitnächsten Frühjahr auftreten sah. Zu meinen damaligen Versuchen hatten kleinere, aus einer Handelsgärtnerei bezogene Topfpflanzen gedient, bei welchen, bevor sie in meine Hände gelangten, spontane Infection stattgefunden haben konnte und thatsächlich wohl auch stattgefunden hatte, wodurch selbstverständlich die Deutung des Versuchsresultates sehr erschwert wurde. Um diese Fehlerquelle zu vermeiden, verwendete ich diesmal zur Infection mit den Aecidiosporen junge Pflanzen, die im gleichen Frühjahr aus Samen gezogen waren.

Am 31. Juli 1891 wurden elf Sämlinge von *Juniperus Virginiana*[3]), welche von einer Aussaat vom 19. Mai 1891 herrührten und ausser den Cotyledonen noch je einige Laubblätter gebildet hatten, mit Aecidiosporen von *G. confusum* bestreut. Während der Reifezeit der Aecidien von *G. Sabinae* wurden dann diese Pflänzchen, um eine Infection durch letzteres zu vermeiden, im Gewächshause abgeschlossen gehalten. Nur eine einzige dieser elf Versuchspflanzen ergab ein positives Resultat: es

[1]) Bemerkungen über Gymnosporangium confusum Plowr. und G. Sabinae (Dicks.) Zeitschrift f. Pflanzenkrankh. Band II, 1892, p. 94—95. — Ferner ibid. Bd. II, 1892, p. 335.

[2]) Über die europäischen Gymnosporangium-Arten. Verhandlungen des botanischen Vereins der Provinz Brandenburg XXXIV, p. XIV—XV.

[3]) Die Samen hatte ich unter dem Namen J. Sabina erhalten, aber als ich im November 1894 einige der noch übriggebliebenen aus diesen Samen erzogenen Pflanzen nachsah, bekundeten sie sich durch ihren aufrechten Wuchs als J. Virginiana.

war der betreffende Keimling während des Winters 1891/92 im Gewächshause gestanden; am 26. Februar 1892 bemerkte ich, dass an einem Blatte des vierten Quirles (Cotyledonen mitgerechnet) auf einem kleinen, scharfumschriebenen braunen Flecke Teleutosporen, allerdings nur in geringer Zahl, ein sehr kleines Lager bildend, hervorgebrochen waren. Es standen dieselben auf noch kurzen Stielen und das Lager zeigte noch keine gallertige Beschaffenheit; die obere Zelle der Sporen war gerundet, woraus unzweifelhaft hervorging, dass wirklich *G. confusum* vorlag. Es ergibt sich aus diesem Versuch in durchaus einwandfreier Weise[1]), dass die Teleutosporen von *G. confusum* schon im ersten auf die Infection folgenden Frühling gebildet werden können. Ich sage ausdrücklich: können, denn andere Beobachtungen sprechen dafür, dass Fälle vorkommen, in welchen die Teleutosporen erst im zweiten Frühjahr auftreten. Der auf Seite 262 meiner frühern Arbeit besprochene *J. Sabina,* welcher im Sommer 1890 inficiert worden war und im Frühling 1891 an jungen Zweigen kleine Teleutosporenlager von *G. confusum* zeigte, bildete im Frühjahr 1892 wieder kleine Teleutosporenlager von *G. confusum,* und zwar an Stellen, von denen ich vermute, sie hätten im Vorjahre keine Lager getragen. Ein anderer im Jahre 1890 inficierter *Juniperus,* an dem ich 1891 keine kleine Teleutosporenlager sah, trug 1892 an mehrern jüngern Zweigen Lager von *G. confusum.* Wenn auch diese Beobachtungen Einwände nicht ganz ausschliessen, so lassen sie doch, zusammengehalten mit Plowrights Versuchsresultaten, die Möglichkeit offen, dass es vorkommen kann, dass das Mycel erst im zweiten Jahre nach der Infection fructificiert.

Gymnosporangium clavariaeforme (Jacq.)

Seitdem Oersted[2]) den Nachweis geliefert hat, dass *Gymnosporangium clavariaeforme* seine Aecidien auf Weissdorn bildet, haben zahlreiche Autoren Infektionsversuche mit diesem Pilze ausgeführt, wir nennen hier insbesondere Rathay[3]), Plowright[4]), Thaxter[5]), Tu-

[1]) Höchstens könnte noch geltend gemacht werden, dass der Aufenthalt im Gewächshause die Entwicklung der Teleutosporen beschleunigt habe.

[2]) Über Roestelia lacerata (Sow.) nebst Bemerkungen über die andern Arten der Gattung Roestelia. Botanische Zeitung 1867 p. 222.

[3]) Vorläufige Mitteilung über den Generationswechsel unserer einheimischen Gymnosporangien. Österreichische botan. Zeitschrift Jahrg. XXX 1880 Nr. 8 p. 241—244. — Untersuchungen über die Spermogonien der Rostpilze. Denkschriften der kaiserl. Akademie der Wissenschaften Wien. Math.-naturwiss. Klasse Bd. 46 1883.

[4]) Experimental Observations on certain british heteroecious Uredines. Journal of Linnean Society. Botany Vol. XXIV, p. 88—100. 1887.

[5]) On certain cultures of Gymnosporangium with notes on their Roesteliae. Proceedings of the American academy of arts and sciences. New Ser. Vol. XIV. Whole Ser.

beuf[1]), Cornu[2]) und Peyritsch[3]). Dieselben haben ebenfalls auf Weissdorn positive Erfolge erzielt und Thaxter, welcher statt *Crataegus oxyacantha* und *monogyna Crataegus tomentosa* verwendete, erhielt auf dieser die Aecidien. Ferner fanden Rathay und Plowright die Aecidien des *G. clavariaeforme* auf *Pirus communis,* was durch einen Teil von Peyritsch's Versuchen bestätigt wird; Thaxter erzog die Aecidien auf *Amelanchier canadensis,* Tubeuf auf *Sorbus latifolia, Crataegus nigra, grandiflora* und *sanguinea,* Peyritsch auf *Crataegus nigra, Douglasii* und *tanacetifolia,* sowie auf *Cydonia vulgaris.* Auf *Sorbus torminalis* wurden von einzelnen der genannten Autoren Spermogonien erzielt. Über *Pirus Malus* und *Sorbus Aucuparia* gehen die Resultate auseinander: auf letzterem erhielt Tubeuf Spermogonien, denen keine Aecidien folgten, während Plowright und Peyritsch, allerdings bloss je in einem einzelnen Versuch gänzlich negatives Resultat erzielten. Auf *Pirus Malus* erhielt Oersted Spermogonien; ob in seinen Versuchen auch Aecidien folgten, ist aus seiner Darstellung nicht ersichtlich. Auch Peyritsch erzielte auf *Pirus Malus* Spermogonien; in den Versuchen von Rathay, Plowright und Thaxter war dagegen das Resultat ein ganz negatives. Auf *Sorbus Aria* endlich erhielt Peyritsch zahlreiche Pilzfleckchen.

Unter diesen Umständen scheint es mir nicht überflüssig, im folgenden auch die Resultate einiger eigener Versuche mit *G. clavariaeforme* mitzuteilen. Zu denselben dienten mehrere charakteristische Teleutosporenlager, die ich am 11. Mai 1892 auf einem *Juniperus communis* unweit Isenfluh im Lauterbrunnenthale gesammelt hatte. In Wasser aufgeweicht stellten dieselben dünne bandförmige Gallertkörper dar, deren Länge $1^1/_2$ cm. und deren Breite 5 mm. erreichte, am freien Ende waren sie oft in 2 oder 3 Zacken geteilt. Sie waren hell orangefarben und sehr durchscheinend. Zu bemerken ist noch, dass die sämtlichen zu den Versuchen verwendeten Lager von ein- und derselben befallenen Zweigstrecke herrührten. — Am 12. Mai wurden die Experimente eingeleitet in der Weise, dass die Gallertlager teils über den zu inficieren-

---

Vol. XXII. Part I, Boston 1887, p. 259–269. — Notes on cultures of Gymnosporangium made in 1887 and 1888. Botanical Gazette Vol. XIV 1889, p. 164–172.

[1]) Generations- und Wirtwechsel unserer einheimischen Gymnosporangiumarten und die hiebei auftretenden Formveränderungen. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde Bd. IX 1891, p. 89–98, 167–171. — Mitteilungen über einige Pflanzenkrankheiten V. Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten Bd. III, Heft 4, p. 201–203.

[2]) Notes et remarques sur les Urédinées: Roestelia se montrant en dehors de la saison ordinaire. Bulletin de la société botanique de France. T. XXV 1878, p. 221–224.

[3]) Nach unpublicierten Versuchen, deren Belegexemplare und Protokolle aus dem Jahre 1888 mir durch Hrn. Prof. Heinricher in Innsbruck gütigst zur Benutzung überlassen wurden.

den Topfpflanzen an einem Holzstabe befestigt, teils den jüngern Blättern derselben direkt aufgelegt wurden. Als Versuchspflanzen dienten paarweise in Töpfe gepflanzte Pomaceen in folgenden Kombinationen:
Nr. 1: *Pirus Malus* und *Crataegus monogyna*,
Nr. 2: *Pirus Malus* und *Sorbus Aucuparia*,
Nr. 3: *Pirus Malus* und *Sorbus Aucuparia*,
Nr. 4: *Pirus Malus* und *Pirus communis*.

Das paarweise Zusammenpflanzen je zweier verschiedener Pomaceen, wie ich es schon bei meinen frühern Versuchen mit *G. confusum* zur Anwendung gebracht hatte, bezweckte eine Infection der beiden Pflanzen unter möglichst gleichen Bedingungen. Das Resultat dieser Versuchsreihe ist aus folgender Tabelle ersichtlich:

Nummer.	Name der Versuchspflanzen.	Datum der Versuchs-Einleitung.	Erste Spermogonien bemerkt am:[1])	Die Zahl der Tage von der Infektion bis zum Auftreten der Spermogonien betrug höchstens:	Erste Aecidien bemerkt am:[1])	Die Zahl der Tage von der Infektion bis zum Auftreten der Aecidien betrug höchstens:
1	Pirus Malus	12. Mai	—		—	
	Crataeg. monogyna	12. Mai	19. Mai	7	6. Juni	25
2	Pirus Malus	12. Mai	23. Mai	11	—	
	Sorbus Aucuparia	12. Mai	—		—	
3	Pirus Malus	12. Mai	23. Mai	11	—	
	Sorbus Aucuparia	12. Mai	—		—	
4	Pirus Malus	12. Mai	—		—	
	Pirus communis	12. Mai	23. Mai	11	13. Juni	32

Vollständigen Erfolg hatte also die Infection vor allem auf *Crataegus:* Hier bemerkte ich die ersten Anfänge von Spermogonien am 19. Mai und zwar auf 3—4 Blättern, am 21. Mai sind solche auf 5, am 23. Mai auf 6, am 25. Mai auf 7 Blättern wahrzunehmen; in ihrer Umgebung ist das Blattgewebe nur wenig verfärbt. Am 4. Juni waren die Spermogoniengruppen von einem hellen gelblichen Hofe umgeben und es sind an diesen Flecken höckerige Anschwellungen sichtbar, aus denen am 6. Juni die ersten Aecidien hervorgetreten sind, denen später noch zahlreiche weitere folgen. Es haben diese Aecidien eine röhrige Peridie; die Seitenwände der Peridienzellen sind mit kleinen rundlichen Höckern skulptiert, wie ich dies an anderer Stelle[2]) als charakteristisch für *G. clavariaeforme* hervorgehoben habe. — Ein ähnliches Resultat ergab

[1]) Da die Versuche nicht alle Tage kontrolliert wurden, so mag dieses Datum in manchen Fällen auf 1—2, bei den Aecidien sogar z. T. vielleicht auf mehrere Tage zu spät lauten.

[2]) s. Hedwigia 1895, p. 2 u. 3.

die Infection der Birnpflanze, indess war dort, wenn ich nicht irre, ein Erfolg bloss an einem Blatte zu konstatieren. Am 23. Mai sah ich hier die ersten Spermogonien, am 4. Juni waren die befallenen Blattstellen bereits etwas angeschwollen und am 13. Juni fand ich zum erstenmale die Aecidien, ebenfalls mit engröhriger Peridie, deren mikroskopische Untersuchung ich aber leider versäumt habe. — Etwas abweichend war das Verhalten von *Pirus Malus:* Bei zwei Exemplaren blieb der Versuch ohne Erfolg; bei einem dritten zeigten sich am 23. Mai spärliche Spermogonien auf einem Blatt, am 25. Mai auf 2 Blättern; beim vierten Exemplare endlich waren am 23. Mai auf 6 Blättern z. T. reichliche Spermogonien sichtbar; das Blattgewebe, auf dem sie sich befanden, war nur sehr schwach verfärbt. Eine weitere Entwicklung aber erfolgte nicht: wohl zeigten sich späterhin um die Spermogonien herum gelbliche Höfe, aber eine Anschwellung trat nicht ein, die Aecidienbildung unterblieb und zuletzt starben die inficierten Blattstellen ab. — Auf *Sorbus Aucuparia* endlich war der Erfolg ein ganz negativer.

Es stehen diese Beobachtungen hinsichtlich *Crataegus* und *Pirus* im Einklange mit denjenigen der übrigen Beobachter. In Übereinstimmung mit Oersteds Angaben beweisen sie ferner, dass *G. clavariaeforme* auf *Pirus Malus* wenigstens Spermogonien zu bilden vermag. Ob unter Umständen hier auch Aecidien entstehen können, mag dahingestellt bleiben.

Aus allen bisherigen, von den verschiedenen Forschern erhaltenen und den obigen Resultaten ergibt sich, dass *G. clavariaeforme* auf gewissen Pomaceen *(Crataegus)* unter allen Umständen leicht und reichlich sich entwickelt, auf andern dagegen nicht immer *(Pirus communis* bei Plowright z. B. unter 7 Versuchen nur in zweien) oder nicht vollständig *(Pirus Malus).* — Ganz ähnliches Verhalten zeigt übrigens auch *G. confusum: Crataegus* und *Cydonia* werden regelmässig, *Pirus communis* dagegen nicht immer befallen.

Gymnosporangium tremelloides A. Braun.

An anderer Stelle[1]) habe ich gezeigt, dass das *Aecidium penicillatum* Müll., welches auf *Sorbus Aria, S. Chamaemespilus, S. Hostii* und *Pirus Malus* vorkommt, weder zu *G. clavariaeforme* noch zu *G. juniperinum* gehört, sondern zu einem besondern *Gymnosporangium,* für welches der Name *G. tremelloides* A. Br. beizubehalten ist. Dieses lebt, wie aus unpubli-

[1]) Die Zugehörigkeit von Aecidium penicillatum. Hedwigia 1895, p. 1.

cierten Versuchen von Peyritsch hervorgeht, ebenfalls auf *Juniperus communis*. Seither hat nun Dietel[1]) gezeigt, dass auch zwischen den Teleutosporen von *G. tremelloides* und von *G. juniperinum* Verschiedenheiten bestehen, und machte es sehr wahrscheinlich, dass letzteres auf Blättern und jüngern Zweigen von *Juniperus communis* lebt, ersteres dagegen grössere Polster auf den Zweigen bildet. Auch ich konnte dies durch einige Beobachtungen bestätigen.[2]) Indess fehlt aber doch bisher noch der genaue experimentelle Nachweis der Verschiedenheit beider Arten. Peyritsch's Versuche bewiesen nämlich, wie ich l. c. gezeigt habe, in dieser Richtung nichts. Die einzige in Betracht fallende Angabe ist von Plowright[3]) gemacht worden; derselbe erwähnt nämlich, er habe mit *G. juniperinum* *Sorbus Aria* und *Pirus Malus* nicht inficieren können, während er bei *Sorbus Aucuparia* reichlichen Erfolg erzielte.

Im folgenden sollen einige Experimente beschrieben werden, in welchen gleichzeitige Infection von *Sorbus Aria* und *S. Aucuparia* nur auf ersterem einen positiven Erfolg ergaben.

Am 4. Juni 1895 brachte mir mein Freund Professor Dr. C. Schröter zwei Äste von *Juniperus communis* mit, die er am 3. Juni bei St. Luc im Eifischthale abgeschnitten hatte und welche reichlich entwickelte Gallertmassen eines *Gymnosporangium* trugen. Dieselben hatten eine unregelmässig muschelförmige Gestalt und breiteten sich von der Ansatzstelle am Zweige mehr oder weniger horizontal aus. Die Basidiosporenbildung erfolgte bloss auf der Oberseite, nur am Rande griff sie ein wenig auf die Unterseite über. Die Teleutosporen hatten — wie dies bei den Gymnosporangien bekanntlich meistens der Fall ist — je nach der Dicke ihrer Membran auch eine verschiedene Form: die dickwandigsten waren am kürzesten und breitesten und es hatten beide Zellen, wenn inhaltleer, eine mehr oder weniger zugespitzte Gestalt. Die Länge der Sporen schwankte zwischen 35—58 μ., der Durchmesser von 17—30 μ. Papillen sind über den Keimporen nicht vorhanden.

Wie nebenstehende Figur 12 zeigt, stimmt die Form der Teleutosporen mit den von Dietel (l. c. Fig. 1—3 und 14—16) gegebenen Abbildungen von *G. tremelloides* gut überein.

Mit diesen Gallertmassen wurden zwei Versuchsreihen eingeleitet. Die erste derselben, bei welcher *Pirus Malus*, *Sorbus Aucuparia* und

---

[1]) Über die Unterscheidung von Gymnosporangium juniperinum und G. tremelloides. Forstlich-naturwissenschaftliche Zeitschrift 1895.

[2]) Beiträge zur Kenntnis der schweizerischen Rostpilze 6. Gymnosporangium juniperinum (L.) und G. tremelloides Hartig. Bulletin de l'Herbier Boissier T. VI, No. 1, Janvier 1898.

[3]) British Uredineae and Ustilagineae p. 236.

Sorbus Aria als Versuchspflanzen zur Verwendung kamen, blieb erfolglos. Anders die zweite, welche am 5. Juni eingeleitet wurde.

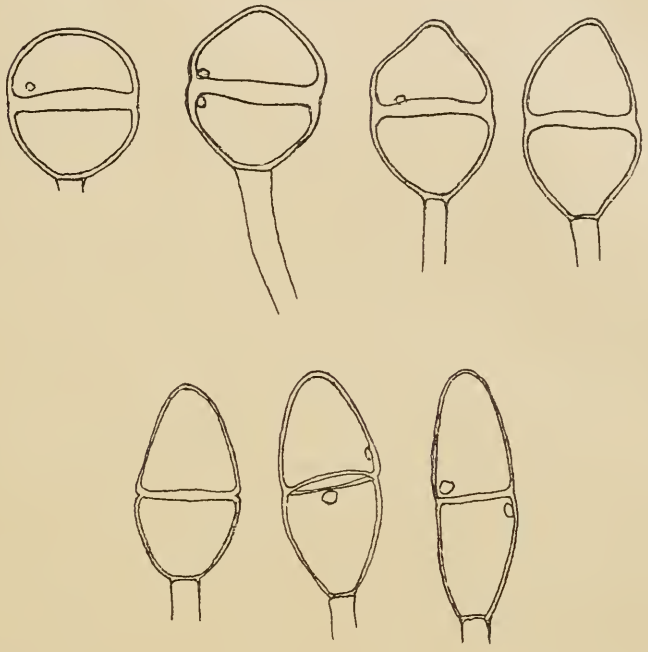


Fig. 12.
Gymnosporangium tremelloides von St. Luc. Vergr. 620.

Es dienten zu derselben folgende Pflanzen:

Nr. 1—3 *Sorbus Aria*, kleine Pflanzen, hervorgegangen aus einer Aussaat vom Spätherbst 1893.
Nr. 4 *Sorbus Aucuparia.*
Nr. 5 *Pirus communis.*
Nr. 6 *Pirus Malus.*
Nr. 7 *Pirus communis* und *P. Malus*, in einen Topf zusammengepflanzt.
Nr. 8 *Cydonia vulgaris.*

Die Teleutosporengallerte, welche als Infectionsmaterial für Versuch Nr. 2—7 diente, entstammte ein und derselben befallenen Zweigstrecke, war also unzweifelhaft aus ein und demselben Mycel hervorgegangen. Bei Versuch Nr. 1 und 8 dagegen kam auch Gallert zur Verwendung, die ganz in der Nähe am gleichen Zweig entsprang, aber möglicherweise nicht dem gleichen Mycel wie die übrigen angehörte.

Am 14. Juni war noch kein Erfolg der Infection zu konstatieren, am 17. Juni dagegen zeigten die drei Pflänzchen von *Sorbus Aria* (Versuch 1—3) Flecke, an welchen zum Teil Spermogonien zu erkennen waren. Am

20. Juni waren bei Nr. 1 an einem Blatte zwei gelbe Flecken mit Spermogonien zu sehen; Nr. 2 zeigte an einem Blatte zahlreiche gelbe Flecke, auf denen ziemlich locker, in grösserer Zahl Spermogonien standen; ein zweites Blatt trug vereinzelte Flecke mit 1—2 Spermogonien; Nr. 3 trug auf einem Blatte ziemlich viele gelbe Flecke mit vereinzelten Spermogonien. Die letztern erreichen ungefähr die Grösse derjenigen von *G. Sabinae*. — Am 3. August sind die Flecken grösser geworden, zum Teil zusammenfliessend und erscheinen auf der Blattunterseite stark angeschwollen, zum Teil die Anfänge höckerförmiger Aecidienanlagen zeigend. — Bei der nächsten Durchsicht der Versuche, am 6. September, treten an allen drei Pflanzen die charakteristischen Peridien des *Aecidium penicillatum* hervor, welche bei mikroskopischer Untersuchung die ihnen eigentümliche Membranskulptur der einzelnen Zellen erkennen lassen. — Bei sämtlichen übrigen Versuchspflanzen, auch bei *S. Aucuparia*, blieb dagegen die Infection erfolglos.

Diese Versuchsreihe lässt somit folgende Schlüsse zu:

1. Das *Aecidium penicillatum* gehört zu einem zweigbewohnenden *Gymnosporangium*, dessen Lager eine unregelmässig muschelförmige Gestalt besitzen *(G. tremelloides)*.
2. Die Entwicklung dieser Aecidien erfolgt langsam, ungefähr ebenso wie bei *Gymnosp. Sabinae*.
3. In Verbindung mit Plowright's Erfahrungen darf aus dieser Versuchsreihe geschlossen werden, dass es nicht gelingt, mit ein- und demselben Teleutosporenmaterial gleichzeitig *Sorbus Aria* und *S. Aucuparia* zu inficieren. Es ist dadurch somit auch experimentell die Nichtidentität von *G. tremelloides* und *G. juniperinum* erwiesen.

Melampsora Laricis R. Hartig.

Die Verhältnisse des Wirtwechsels bei den *Melampsora*-Arten sind zur Stunde noch nicht vollständig bekannt. Ich verweise für die Zusammenstellung der bis jetzt ausgeführten Versuche auf Klebahn in Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten 1896, p. 336, und 1897, p. 326 ff., sowie auf Dietels Bearbeitung der Uredineen in Engler-Prantl, Natürliche Pflanzenfamilien. Unter den gegenwärtigen Verhältnissen ist daher jedes erfolgreiche Experiment, auch wenn sein Resultat sich mit denjenigen früherer Beobachter deckt, von Interesse. Deshalb seien im folgenden auch die paar Versuche beschrieben, die ich mit *Melampsora* ausgeführt habe.

Am Aaredamm zwischen Elfenau und Bodenacker bei Bern sind eine Anzahl von *Populus nigra* var. *pyramidalis* angepflanzt, an denen sich eine *Melampsora* entwickelt, deren Epidermis-bedeckte Teleutosporenlager im Herbste in Menge auf der Blattoberseite[1]) entwickelt sind. Die Membran der Sporen ist am Scheitel nicht oder kaum verdickt. Am 21. Oktober 1892 sammelte ich solche Teleutosporen-tragende Blätter und legte dieselben am 3. April des folgenden Jahres auf kleine in zwei Blumentöpfen stehende *Larix decidua*. Kontrollversuche auf Objectträger ergaben Bildung von Basidiosporen. Am 25. April waren beim einen der beiden Versuche *Caeoma* hervorgebrochen, beim andern traten aus mehrern Nadeln kleine Tröpfchen hervor, die aus Spermogonien zu stammen schienen, und am 4. Mai war auch hier das *Caeoma* entwickelt.

Am 26. April wurde der Versuch wiederholt: das Teleutosporenmaterial wurde auf 4 Blumentöpfe mit jungen *Larix* und ausserdem auf *Allium ursinum* aufgelegt. Tags darauf ergaben Kontrollversuche auf Objectträger massenhafte Basidiosporenbildung, zum Teil auch sekundäre Sporen. Am 20. Mai waren in 3 Versuchen die *Larix*pflänzchen mit zahlreichen Spermogonien besetzt, bei einem derselben waren auch bereits einige *Caeoma* hervorgebrochen. Im vierten Versuch war die *Larix* welk, zeigte aber doch vereinzelte Spermogonien. Später starb sie ab. Bei den drei andern Versuchen sah man am 24. Mai viele, ja zum Teil massenhaft hervorbrechende *Caeoma*. *Allium ursinum* dagegen blieb während der ganzen Versuchsdauer gesund.

Im Jahre 1896 nahm ich die Versuche nochmals auf mit Teleutosporen gleicher Herkunft, gesammelt im November 1895; dieselben wurden aufgelegt auf:

Nr. 1—4 *Pinus silvestris*, kleine Pflanzen, die eben ihre neuen Sprosse zu entfalten beginnen.

Nr. 5—6 *Larix decidua* 3(?)jährige Pflanzen, deren Blätter entfaltet, aber noch ziemlich zart sind.

Nr. 7—10 *Larix decidua*, letztjährige (?) Keimlinge mit entfalteten, aber noch zarten Blättern.

Am 6. Juni zeigten mehrere der *Larix*-Pflanzen an ihren Blättern etwas heller gefärbte Partien. Am 13. Juni war in Versuch Nr. 5 die *Larix* abgestorben, die übrigen Lärchen zeigten sämtlich Spermogonien, eine derselben sogar schon offene *Caeoma*-Lager; am 17. Juni sind letztere in allen Versuchen zum Teil in grosser Menge zu konstatieren. Die *Pinus*pflanzen dagegen blieben sämtlich frei von Spermogonien oder

[1]) Dies ist auffallend, da auf Populus tremula, wie unten gezeigt werden soll, entsprechend der Angabe von Klebahn, die Teleutosporenlager auf der Blattunterseite stehen.

Caeoma, ebenso auch acht junge *Larix*pflanzen, die nicht inficiert worden und im Freien stehen geblieben waren.

Ausser den beschriebenen Versuchen wurde am 26. April 1893 noch ein solcher eingeleitet mit Teleutosporenlagern, die ich anfangs Oktober 1892 im Niederlindachwald bei Bern auf *Populus tremula* gesammelt hatte und welche hier auf der Blattunterseite entwickelt waren. Als Versuchspflanzen dienten *Allium ursinum*, *Listera ovata*, *Chelidonium majus* (je 1 Topf), *Larix decidua* (2 Töpfe). — Am 20. Mai waren auf den *Larix* teils Spermogonien, teils *Caeoma*lager sichtbar, am 7. Juni in einem dieser zwei Versuche viele, im andern vereinzelte *Caeoma*. Dagegen blieben *Allium ursinum*, *Listera ovata*, *Chelidonium majus* während der ganzen Dauer des Versuchs frei von Pilzentwicklung.

Es sind das Ergebnisse, welche genau übereinstimmen mit denjenigen, welche Hartig[1]) erzielt hat.

Cronartium asclepiadeum (Willd.) und Cronartium flaccidum (Alb. et Schw.).

Bekanntlich ist es Cornu[2]) gewesen, der zum erstenmale festgestellt hat, dass der Rindenblasenrost der Kiefer (*Peridermium Pini corticolum* = *P. Cornui* Kleb.) die Aecidienform von *Cronartium asclepiadeum* (Willd.) ist. Seither hat Klebahn[3]) gezeigt, dass *Cronartium ribicolum* zu einem Rindenblasenrost der Weymouthkiefer (*Peridermium Strobi* Kleb.) gehört. Nach Beobachtungen von Eriksson[4]) und Nielsson[5]) in Schweden und solchen, die ich selber[6]) im Oberengadin gemacht, ist es indes sehr wahrscheinlich, dass ein Teil der *Ribes*-bewohnenden Cronartien der Aecidiengeneration entbehrt. — In der Schweiz kommt häufig eine dritte *Cronartium*-Art vor, nämlich *C. flaccidum* (Alb. et Schw.) auf *Paeonia*. Über die zu dieser gehörigen Aecidien liegt eine Angabe von Geneau de Lamarlière[7]) vor; derselbe

[1]) S. Botanisches Centralblatt, Bd. 46, 1891, p. 18.

[2]) Comptes rendus hebdomad. de l'Académie des sciences Paris 1886, p. 930.

[3]) Hedwigia 1890, p. 23—30. — Berichte der deutschen botan. Gesellschaft VIII, 1880. p. 59 ff.

[4]) Centralblatt f. Bacteriologie und Parasiten-Kunde, Abteil. II, Band II, 1896, p. 382.

[5]) Nach Eriksson l. c.

[6]) Bulletin de l'herbier Boissier 1898, p. 11.

[7]) Association française pour l'avancement des sciences, 23 Session de Caen, II, p. 628—629.

erzielte nämlich die Uredo- und Teleutosporen, indem er Aecidiosporen eines Rindenblasenrostes der Kiefer auf *Paeonia officinalis* und *P. grandiflora* aussäete. Zugleich spricht er die Vermutung aus, es könnten *Cronartium flaccidum* und *C. asclepiadeum* nur eine einzige Art ausmachen. Ohne von diesen Versuchen Kentnis zu haben, führte ich in den Jahren 1895 und 1896 Experimente aus, die mich zu dem Resultate führten, dass mit den Aecidiosporen des *Cronartium asclepiadeum (Peridermium Cornui)* nicht nur *Vincetoxicum*, sondern auch Paeonien erfolgreich inficiert werden können.[1]) Über diese Versuche soll im folgenden etwas eingehender berichtet werden.

Im Mai 1892 erhielt ich von Herrn Sekundarlehrer Baumberger, damals in Twann am Bielersee, eine Sendung von prächtig entwickelten Rindenblasenrosten auf Zweigen von *Pinus silvestris*. Dieselben stammten aus einem Kiefernwäldchen in den sog. Schluchten an der Trämelfluh ob Twann. Sporen derselben wurden am 23. Mai auf die Blätter einer Topfpflanze von *Vincetoxicum officinale* ausgesät und am 24. Mai auf einige frisch aus dem Walde gebrachte *Senecio silvaticus*. Am 4. Juni zeigten sich an den Blattunterseiten des erstern kleine Uredolager, während *Senecio* verwelkte, ohne einen Erfolg der Infection erkennen zu lassen. Die Uredolager auf *Vincetoxicum* vermehrten sich stark und am 13. Juli waren auch die charakteristischen Teleutosporenlager des *Cronartium asclepiadeum* zu beobachten. Entsprechend diesem Resultate fand auch Herr Baumberger in der Nähe der oben erwähnten Kiefern die *Vincetoxicum*pflanzen reichlich mit Uredo besetzt und zwar hebt er hervor, «dass im Umkreis des *Pinus*bestandes das *Cronartium* keinen Schwalbenwurz verschont, und dass in der Richtung der Radien die inficierten Pflanzen seltener werden und dann ganz ausgehen.»

Im Jahre 1895 wurden weitere Versuche mit Aecidienmaterial vom gleichen Standorte ausgeführt. Frische Sporen, die ich wiederum der Güte des Herrn Baumberger verdankte, wurden am 25. Mai auf folgende Pflanzen gesät:

Nr. 1. *Vincetoxicum officinale,* Topfpflanze.

Nr. 2 und 3. *Paeonia tenuifolia,* aus einem Beete des botanischen Gartens in Töpfe verpflanzt.

Nr. 4. *Gentiana asclepiadea,* in der Alpenanlage des botanischen Gartens (im Freien besät).

Am 14. Juni waren in den Versuchen Nr. 1, 2 und 3 an den Blättern zahlreiche Gruppen von Uredolagern aufzufinden; am reichlichsten zeigten sich dieselben auf einer der beiden inficierten Paeonien. Die im Freien gebliebenen Stöcke der *Paeonia tenuifolia* dagegen zeigten keine Uredo-

[1]) Compte-rendu des travaux de la société helvétique des sciences naturelles réunie à Zurich 1896, p. 184—185.

lager, woraus hervorgeht, dass die in den Versuchen Nr. 2 und 3 aufgetretenen Uredolager wirklich auf die Infection durch die Aecidiosporen zurückzuführen sind. — *Gentiana asclepiadea* blieb vollkommen gesund. — Am 3. August waren in Versuch Nr. 1 und 2 auch Teleutosporenlager aufgetreten, während die *Paeonia* Nr. 3 abgestorben war.

Aus dieser Versuchsreihe geht also erstens mit grosser Wahrscheinlichkeit hervor, dass *Gentiana asclepiadea* durch die Aecidiosporen des *Peridermium Cornui* nicht befallen wird, dass mithin das auf *Gentiana asclepiadea* lebende *Cronartium (C. gentianeum* Thümen in Österr. bot. Zeitschrift, XXVIII, 1878, p. 103) mit Unrecht in manchen Floren zu *C. asclepiadeum* gezogen worden ist. — Zweitens ist durch diese Versuche festgestellt, dass *Cronartium flaccidum* zu einem Zweig-bewohnenden *Peridermium* auf *Pinus silvestris* gehört. — Drittens ergibt sich als auffallendstes Resultat, dass *Cronartium flaccidum* aus den gleichen Aecidiosporen hervorgeht wie *Cr. asclepiadeum,* mithin diese beiden Arten als identisch anzusehen sind. Immerhin konnte diesem dritten Resultat noch eine andere Deutung der Versuchsergebnisse entgegengehalten werden: Als Infectionsmaterial waren Aecidien von verschiedenen *Pinus*-zweigen zur Verwendung gekommen, und es ist nicht ausgeschlossen, dass die einen derselben zu *Cronartium asclepiadeum,* die andern zu *Cronartium flaccidum* gehörten. Dieser Einwand konnte um so eher gemacht werden, als nach Mitteilung des Herrn Baumberger in den Dörfern Twann, Wingreis, Gaicht, welche den *Peridermium*standort umgeben, *Paeonia officinalis* als beliebte Gartenpflanze cultiviert wird. Um diesen Einwand zu beseitigen, musste ein Versuch ausgeführt werden mit Aecidiosporen, die alle aus demselben Mycel hervorgegangen sind: Bekanntlich tritt das Rinden*peridermium* gewöhnlich in der Weise auf, dass ein kürzeres oder längeres Stück des Zweiges dicht von einer grösseren Gruppe von Aecidien besetzt erscheint. Man geht nun wohl nicht fehl, wenn man annimmt, es sei eine solche Aecidiengruppe aus ein- und demselben Mycel hervorgegangen. Wenn also mit Sporen, die sämtlich aus den Aecidien einer und derselben solchen Gruppe stammen, gleichzeitige Infection von *Vincetoxicum* und *Paeonia* gelingt, so ist die Identität beider Cronartien erwiesen.

Ein solcher Versuch wurde nun im nächstfolgenden Jahre (1896) ausgeführt. An dem Standorte des *Peridermium* bei Twann wurde ein einziger Zweig abgeschnitten, der mit einer Aecidiengruppe besetzt war, von der angenommen werden konnte, sie entstamme ein- und demselben Mycel. Mit den Sporen dieser Aecidien wurden nun besät:

Nr. 1. *Vincetoxium officinale,* eine Pflanze gewonnen durch Teilung eines grösseren Stockes, welcher schon im vorangehenden Jahre zu Versuchen gedient hatte.

Nr. 2. *Paeonia officinalis,* im Herbst 1895 aus einem Beete im botanischen Garten in einen Topf eingepflanzt.

Nr. 3 und 4. *Paeonia tenuifolia,* im Herbst 1895 aus einem Beete im botanischen Garten in Töpfe verpflanzt.

Nr. 5 und 6. *Gentiana asclepiadea,* Topfpflanzen.

Nr. 7. *Vincetoxicum officinale,* wie Nr. 1.

Nr. 8. *Paeonia tenuifolia,* wie Nr. 3 und 4.

Als Kontrollexemplare dienten: drei Pflanzen von *Vincetoxicum officinale,* vom gleichen Stocke stammend wie Nr. 1 und 7, drei *Paeonia officinalis* und eine *Paeonia tenuifolia,* sämtlich im vorangehenden Herbst aus dem Freien in Töpfe verpflanzt.

Das Resultat dieser Versuchsreihe stimmte vollkommen mit dem der vorjährigen überein:

Nr. 1 *(Vincetoxicum officinale)* zeigte am 17. Juni an den mittleren Blättern der Sprosse junge, zum Teil eben hervorbrechende Uredolager in ziemlicher Menge. Am 4. Juli sind die Uredolager in sehr grosser Zahl entwickelt, da und dort bemerkt man auch Teleutosporenlager.

Nr. 2 *(Paeonia officinalis).* Am 17. Juni constatierte ich noch kein Resultat der Infection; am 27. Juni sind an mehrern Blättern unterwärts vereinzelte Uredolager hervorgebrochen, die auch später, am 4. Juli ziemlich vereinzelt geblieben sind.

Nr. 3 *(Paeonia tenuifolia).* Am 17. Juni sind an der Unterseite der Blätter massenhafte Uredolager zu finden, am 4. Juli auch Teleutosporenlager in Menge.

Nr. 4 *(Paeonia tenuifolia).* Am 17. Juni zahlreiche Uredolager auf den Blattunterseiten, am 4. Juli Uredo- und Teleutosporenlager in Masse.

Nr. 5 und 6 *(Gentiana asclepiadea).* Bis zum 4. Juli keinerlei Uredo- oder Teleutosporenlager.

Nr. 7 *(Vincetoxicum officinale).* Am 17. Juni sind an mehrern Blättern junge, noch nicht hervorgebrochene Uredolager zu bemerken, am 4. Juli viele Uredo-, zum Teil auch Teleutosporenlager.

Nr. 8 *(Paeonia tenuifolia)* zeigt am 4. Juli viele Uredo- und Teleutosporenlager, doch weniger reichlich als Nr. 3 und 4.

Die obenerwähnten Kontrollexemplare, welche in einem Kasten im Freien standen, zeigten bei einer Durchsicht am 24. Juni keine Spur von Infection. Am 16. Juli wurden dann die Kontrollexemplare von *Paeonia tenuifolia* einer nochmaligen Durchsicht unterworfen und erwiesen sich auch da noch als völlig frei von Uredo- oder Teleutosporenlagern. Diejenigen Exemplare dieser Pflanze aber, welche im Freien in einem Beete stehen, zeigten am 16. Juli ganz vereinzelte Uredolager, deren Herkunft mir unklar geblieben ist. Trotz dieses letzten Umstandes aber ist das Resultat dieser Versuchsreihe ein derart frappantes, dass

man kaum bezweifeln kann, dass mit den Aecidiosporen ein- und desselben *Peridermium Cornui* sowohl *Vincetoxicum officinale* als auch *Paeonia tenuifolia* (für *P. officinalis* ist das Resultat weniger sicher) inficiert werden können, mithin *Cronartium asclepiadeum* und *Cr. flaccidum* identifiziert werden können. Klebahn[1]) äussert freilich nach Kenntnisnahme meiner vorläufigen Mitteilung über diesen Gegenstand noch einige Bedenken, da sich seines Erachtens nicht constatieren lasse, dass die Aecidien von einem einheitlichen Mycel stammen. Ich verweise dem gegenüber auf meine obigen Ausführungen, gebe aber Klebahn durchaus Recht, wenn er zur Kontrolle noch einen Versuch betreffend Übertragung der Uredosporen auf *Paeonia* und umgekehrt verlangt; dieser muss die endgültige Entscheidung bringen.

Coleosporium.

Die Gattung *Coleosporium* ist in neuerer Zeit Gegenstand sehr zahlreicher entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen gewesen. Nach den Versuchen von R. Wolf[2]) und Cornu[3]) hatte man angenommen, dass das nadelbewohnende *Peridermium* der Kiefer zu *Coleosporium Senecionis* gehöre. Allein schon Plowright[4]) erhielt bei Infection von *Senecio* mit den Sporen des Nadel-*Peridermium* so zahlreiche Misserfolge, dass er zur Vermutung geführt wurde, es seien hier wahrscheinlich verchiedene Arten versteckt. Klebahn ist es aber gewesen, der durch sehr zahlreiche und sorgfältige Versuche nachwies, dass dies in der That der Fall sei: in einer ersten Mitteilung im Jahre 1892[5]) zeigte er durch Aussaatversuche mit Aecidiosporen, dass neben *C. Senecionis* noch zwei weitere Coleosporien, nämlich eines auf *Tussilago Farfara (C. Tussilaginis)* und ein solches auf *Alectorolophus major* und *Melampyrum (C. Euphrasiae)* zu nadelbewohnenden Peridermien gehören. 1893 gelang ihm[6]) auch umgekehrt die Infection von *Pinus*pflanzen durch die Basidiosporen von *Coleosporium Tussilaginis*. Inzwischen hatte ich mit einem in der Nähe von Bern auf *Inula Vaillantii* auftretenden *Coleosporium* erfolgreiche Infectionen

---

[1]) Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Bd. VII, 1897, p. 340.

[2]) Botanische Zeitung 1874. p. 183—184.

[3]) Comptes-rendus hebd. de l'acad. des sciences Paris 1886. T. 102, p. 930—932.

[4]) British Uredineae and Ustilagineae 1889. p. 250.

[5]) Kulturversuche mit heteroecischen Uredineen, Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten Bd. II, Heft 5 und 6.

[6]) Ibid. Bd. IV, Heft 1.

von *Pinus*nadeln erzielt und gezeigt, dass es sich dabei um eine Art handelt, die mit den Coleosporien auf *Sonchus, Tussilago* und *Senecio* nicht identificiert werden kann. Diese Ergebnisse wurden im Sommer 1894 in einer kurzen Notiz[1]) veröffentlicht und zugleich teilte ich mit, dass Infection von *Pinus*-nadeln auch durch *Coleosporium Petasitis, C. Cacaliae, C. Sonchi-arvensis, C. Tussilaginis, C. Senecionis* und *C. Campanulae* gelungen sei, letzteres in Bestätigung einer Beobachtung die Rostrup[2]) in einer Baumschule gemacht hatte. Ende 1894 veröffentlichte sodann Klebahn[3]) weitere Versuchsresultate, aus denen hervorging, dass das *Coleosporium* auf *Melampyrum* einerseits und dasjenige auf *Alectorolophus* und *Euphrasia* andererseits als verschiedene Arten auseinandergehalten werden müssen; ferner erhielt er durch Aussaat der Aecidiosporen eines Nadel-Peridermium auf *Sonchus arvensis* das *Coleosporium Sonchi.* In den Jahren 1894 und 1895 experimentierte ferner G. Wagner[4]) mit Nadel-Peridermien auf *Pinus montana* und wies deren Zugehörigkeit zu wenigstens zwei Coleosporien nach, nämlich *C. Cacaliae* und *C. subalpinum* n. sp., letzteres auf *Senecio subalpinus.*

Meine Versuche schloss ich der Hauptsache nach mit Ende 1894 ab. Eine Zusammenstellung der Resultate derselben wurde im Bulletin de la société botanique de France Ende 1895[5]) gegeben, doch konnte dort nicht auf die Versuche im einzelnen eingegangen werden. Dies soll nun im folgenden nachgeholt werden.

1. Coleosporium Inulae (Kze.)

Am Aaredamm längs der Elfenau bei Bern sind Kiefern angepflanzt, an deren Nadeln man Ende Mai und Anfangs Juni zum Teil in reichlicher Entwicklung ein *Peridermium* auftreten sieht. Als mir dasselbe im Jahre 1892 zum erstenmale entgegentrat, musste ich — da ja damals Klebahns Untersuchungen noch nicht veröffentlicht waren — in der nächsten Umgebung das Vorkommen von *Senecio* als Teleutosporenwirt erwarten, konnte aber einen solchen in der Nähe nicht finden. Dafür aber standen in unmittelbarer Nähe der befallenen Kiefern Exemplare von *Inula Vaillantii*, an deren Blättern ein Uredo sichtbar war; es erschien daher mehr als wahrscheinlich, dass dieser zu dem gesuchten *Coleosporium* gehöre. Als ich am 4. Oktober die Stelle wieder besuchte,

[1]) Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern. Sitzungsbericht vom 28. April 1894.

[2]) Bot. Tidsskrift 19 Bind 1894, p. 39.

[3]) l. c. Bd. V, p. 13 ff.

[4]) Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten Bd. VI, Heft 1, p. 9 ff.

[5]) Tome XLI, p. CLXVIII ff.

waren die zugehörigen Teleutosporenlager reichlich entwickelt. Da nun bei den Coleosporien die Teleutosporen sofort keimen, so war anzunehmen, dass die Infection der *Pinus*nadeln auch in diesem Zeitpunkt erfolgen müsse; es wurden daher entsprechende Versuche eingeleitet; in der That bildeten denn auch die Teleutosporenlager, als sie feucht gestellt wurden, bis zum folgenden Tage reichlich Basidiosporen; bekanntlich gehen dieselben auf langen Sterigmen direkt aus den Zellen der in vier geteilten Teleutosporen hervor und zeichnen sich durch bedeutende Grösse aus: ich mass bei denselben Werte von 28—35 μ für die Länge und 17—21 μ für die Breite. Die Keimung der Basidiosporen erfolgte sofort, zum Teil durch Bildung mehrerer Keimschläuche; auch sekundäre Sporen wurden gebildet. Da im Herbste keine jugendlichen *Pinus*nadeln zur Verfügung stehen, so musste angenommen werden, es finde das Eindringen in die ausgewachsenen Nadeln statt. Bei Aussaat von Basidiosporen auf solche sah ich denn auch in der That sehr häufig die Keimschläuche nach den Spaltöffnungen hinwachsen, zuweilen auch in den Hof derselben oder bis in die Spalte hineinbiegen (Taf. II, Fig. 8), doch gelang es mir nirgends, den Durchtritt wirklich zu beobachten. Immerhin darf aus diesen Wahrnehmungen geschlossen werden, dass hier das Eindringen durch die Spaltöffnungen vor sich geht und nicht eine Durchbohrung der Epidermiswand stattfindet. Es steht dies eben mit dem Umstande in Verbindung, dass das Eindringen hier in *erwachsene* Organe erfolgt, während sonst die meisten Basidiosporen jugendliche Epidermen befallen, deren Membranen leicht perforiert werden können.

Am 13. Oktober 1892 wurden sodann Basidiosporen auf ein kleines Topfexemplar von *Pinus silvestris* ausgesät (**Versuch III**)[1]), ferner legte ich am 21. Oktober zwei weiteren *Pinus*pflänzchen Teleutosporen-tragende frische *Inula*-Blätter auf (**Versuchsreihe IV**). Diese inficierten *Pinus*pflanzen wurden dann im botanischen Garten in einem Kasten im Freien überwintert. Als dieselben am 2. März 1893 durchmustert wurden, fand ich auf zahlreichen Nadeln der beiden am 21. Oktober inficierten Kiefern kleine, oft etwas vorgewölbte orangefarbene Flecke, manchmal in grösserer Anzahl an einer Nadel. Mikroskopische Untersuchung ergab, dass dieselben durch die Entwicklung einer subepidermidalen Gruppe orangeroter, palissadenförmig gestellter Hyphenenden hervorgerufen werden: wir haben es mit jungen Spermogonien zu thun. Auch in Versuch III sind solche zu finden, aber viel spärlicher. Vereinzelt zeigten sich zwar solche Spermogonienanlagen auch an andern, nicht inficierten Kieferpflänzchen. Nichtsdestoweniger aber kann nicht daran gezweifelt werden, dass die reichliche

[1]) Auch hier behalte ich die Nummern meiner Versuchsprotokolle bei. Die übersprungenen Nummern beziehen sich auf die andern Coleosporien und Cronartium.

Entwicklung derselben auf den inficierten Kiefern der im Herbste vorgenommenen Basidiosporenaussaat zuzuschreiben ist, was denn auch durch den weitern Verlauf der Versuche bestätigt wurde.

Die gleichen gelben Flecke fand ich auch, als ich einige Tage später die Kiefern in der Elfenau untersuchte, an welchen ich anfangs des vorigen Jahres die Aecidien aufgefunden hatte. Es waren hier die Spermogonien bereits reif und die Spermatien traten in kleinen Tröpfchen von leichtem Hyacinthengeruch nach aussen aus.

Am 14. März zeigten sich an einer der Versuchspflanzen ebenfalls reife Spermatien und am 16. April sind an allen 3 Exemplaren Aecidien hervorgebrochen, aber noch nicht offen. — Die nicht inficierten *Pinus*-pflänzchen, welche als Kontrollexemplare dienten, zeigten ganz vereinzelt auch Aecidien, welche auf eine spontane Infection zurückzuführen sind.

Um nun aber ganz sicher zu sein, dass wirklich die in den beiden Versuchen III und IV auf den Kiefernadeln aufgetretenen Aecidien zum *Coleosporium* auf *Inula* gehören, musste der umgekehrte Versuch ausgeführt: die Aecidiosporen auf *Inula Vaillantii* ausgesät werden. Zugleich suchte ich die Frage zu lösen, ob das *Coleosporium* auf *Inula* mit *C. Senecionis* und andern Compositen-bewohnenden Coleosporien identisch sei oder nicht. Zu dem Ende wurden mit den in meinen obenbeschriebenen Versuchen aufgetretenen Aecidiosporen folgende Pflanzen besät:

Am 6. Mai (**Versuchsreihe VI**):

Nr. 1 *Inula Helenium* und *Tussilago Farfara* aus einem Beete des botanischen Gartens zusammen in ein- und denselben Blumentopf verpflanzt.
Nr. 2 *Senecio vulgaris*, aus dem Freien in einen Blumentopf verpflanzt.
Nr. 3 und 4 *Senecio vulgaris*, Keimlinge.
Nr. 5 *Senecio vulgaris*, wie in Nr. 2.
Nr. 6 *Tussilago Farfara* aus einem Beete des botanischen Gartens.
Nr. 7 und 8 *Inula Vaillantii*, im vorangehenden Herbst aus dem Freien in einen Topf verpflanzt; haben jetzt neue Triebe gebildet.

Am 10. Mai (**Versuch VIII**):

Sonchus oleraceus, aus dem Freien in einen Topf verpflanzt.

Am 23. Mai (**Versuch IX**):

Inula Vaillantii, junge Sämlinge.

Das Resultat dieser Versuche war folgendes:

Versuchsreihe VI:

Nr. 1 *(Inula Helenium* und *Tussilago Farfara).* Am 5. Juni beginnen auf *I. Helenium* Uredolager sichtbar zu werden; am 24. Juni sind

an einem der älteren Blätter auf vereinzelten gebräunten Stellen Uredolager zu finden, die aber viel kleiner sind als die auf *I. Vaillantii* auftretenden. *Tussilago Farfara* zeigt dagegen keine Uredolager.

Nr. 2 *(Senecio vulgaris).* Die Pflanze ist abgestorben.

Nr. 3 und 4 *(Senecio vulgaris).* Weder am 5. noch am 24. Juni sind Uredolager sichtbar.

Nr. 5 *(Senecio vulgaris).* Am 5. Juni befindet sich die Pflanze in schlechtem Zustande und zeigt keine Uredo, am 24. Juni ist sie abgestorben.

Nr. 6 *(Tussilago Farfara)* ist noch am 24. Juni gänzlich uredofrei.

Nr. 7 *(Inula Vaillantii).* Am 5. Juni sind an den untern Blättern (etwa bis zur halben Höhe des Stengels) massenhafte Uredolager zu finden; die obern Blätter dagegen, welche offenbar nach der Infection entstanden, sind ganz gesund. Am 24. Juni sind neben den Uredolagern vereinzelt auch Teleutosporenlager zu bemerken.

Nr. 8 *(Inula Vaillantii).* Im wesentlichen gleiches Verhalten wie Versuch Nr. 7.

Versuch VIII:

(Sonchus oleraceus). Am 24. Juni noch keine Spur von Uredo.

Versuch IX:

(Inula Vaillantii, Keimlinge) Leider welkten die Pflanzen; bloss einige wenige erholten sich wieder und zeigten am 16. Juni Uredolager.

Diese Versuche ergeben also das Resultat, dass die Aecidien auf den *Pinus*nadeln wirklich wieder *Coleosporium Inulae* producieren und dass dieses letztere ausser auf *Inula Vaillantii* auch auf *I. Helenium* übergeht (freilich ist es nicht sicher, ob hier Teleutosporen gebildet werden), nicht aber auf *Sonchus oleraceus*, *Senecio vulgaris* und *Tussilago Farfara.*

Ein übereinstimmendes Resultat ergab ein im Freien angestellter Versuch: Am 14. April wurden neben die aecidientragenden Topfpflanzen der Versuche III und IV folgende Pflanzen gebracht (teils in die gleichen Töpfe gepflanzt, teils in besondern Töpfen): *Senecio vulgaris*, *Inula Vaillantii*, *I. Helenium* und *Tussilago Farfara,* die auf diese Weise also spontaner Infection durch die Aecidiosporen ausgesetzt waren. Am 5. Juni waren auf *Inula Helenium* an einem Blatte zahlreiche, an andern mehr vereinzelte Uredolager zu bemerken, aber auch diesmal blieben dieselben kleiner als bei *I. Vaillantii*, und konnte ich wiederum nicht mit Sicherheit Teleutosporenbildung nachweisen; auf *Inula Vaillantii* sind an einer Pflanze vereinzelte, an einer zweiten sehr zahlreiche Uredolager, wiederum an den untern Blättern nachzuweisen; *Tussilago Farfara* und *Senecio vulgaris* dagegen sind auch am 24. Juni noch vollständig uredofrei.

Drei weitere Versuchsreihen wurden ausgeführt mit Aecidienmaterial, welches im Freien auf *Pinus silvestris* teils am Aaredamm bei der Elfenau, teils am Aaredamm beim Selhofenmoos (bei Bern) gesammelt worden war. Der Kreis der Versuchspflanzen wurde hier noch erweitert, um weitere Anhaltspunkte zu gewinnen über Identität oder Nichtidentität mit andern Coleosporien:

Versuchsreihe VII (eingeleitet am 8. Mai 1893). Aecidiosporen vom Aaredamm bei der Elfenau wurden ausgesät auf:

Nr. 1 und 2 *Senecio vulgaris* (Keimlinge).

Nr. 3 *Senecio vulgaris*, erwachsene Pflanze, aus dem Freien in einen Topf gepflanzt.

Nr. 4 und 5. *Tussilago Farfara*, aus einem Beet im botanischen Garten in einen Topf gepflanzt.

Nr. 6 und 7. *Inula Vaillantii*, im vorangehenden Herbst beim Bodenacker bei Muri gesammelt.

Nr. 8 und 9 *Senecio cordatus*, Aussaat vom vorhergehenden Herbst.

Am 24. Juni zeigen die beiden *Inula Vaillantii* (Nr. 6 und 7) an den untern Blättern Uredolager in Menge, dazwischen auch Teleutosporenlager, dagegen bleiben *Senecio vulgaris* (Nr. 1—3), *Tussilago Farfara* (Nr. 4 und 5) und *Senecio cordatus* (Nr. 8 und 9) ohne Uredo.

Versuchsreihe XX (eingeleitet am 15. Mai 1894): Aecidiosporen vom Aaredamm am Selhofenmoos wurden ausgesät auf:

Nr. 1 und 2 *Inula Vaillantii.*

Nr. 3 und 4 *Sonchus oleraceus.*

Nr. 5 *Adenostyles alpina*, ältere Pflanze.

Nr. 6 *Adenostyles alpina*, Keimpflanze.

Nr. 7 *Senecio silvaticus*, Keimling.

Nr. 8 und 9 *Campanula rapunculoides*, Keimlinge.

Nr. 10 *Campanula Trachelium.*

Am 14. Juni zeigen beide *Inula Vaillantii* (Nr. 1 und 2) an den Blättern des untern Stengelteiles reichliche Uredolager, weiter oben sind zum Teil auch solche vorhanden, aber in geringerer Zahl; am 11. Juli sind noch keine Teleutosporen da, wohl aber am 18. August. Dagegen bleiben die sämtlichen übrigen Versuchspflanzen: *Sonchus oleraceus* (Nr. 3 und 4), *Adenostyles alpina* (Nr. 5 und 6), *Senecio silvaticus* (Nr. 7), *Campanula rapunculoides* (Nr. 8 und 9) und *C. Trachelium* (Nr. 10) bis zum 18. August, an welchem Tage sie zum letztenmale kontrolliert wurden, vollkommen frei von jeglicher Infection.

Versuchsreihe XXV (eingeleitet am 28. Mai 1895): Aecidiosporen vom Aaredamm am Selhofenmoos wurden ausgesät auf:

Nr. 1 und 2 *Inula Vaillantii*, Sämlinge vom vorigen Jahre.
Nr. 3 und 4 *Buphthalmum salicinum*, Sämlinge vom vorigen Jahre.
Nr. 5 und 6 *Pulicaria dysenterica*, Sämlinge vom vorigen Jahre.

Am 14. Juni zeigten sich bei *Inula Vaillantii* (Nr. 1 und 2) vereinzelt die ersten Uredolager; am 3. August waren dieselben sehr zahlreich, da und dort zeigten sich auch Teleutosporenlager; *Buphthalmum salicinum* (Nr. 3 und 4) und *Pulicaria dysenterica* (Nr. 5 und 6) dagegen blieben gesund.

Noch sei zum Schlusse angeführt, dass im November 1893 eine weitere **Versuchsreihe (XVI)** ausgeführt wurde, in welcher Basidiosporen von *Coleosporium Inulae* auf *Pinus*pflanzen ausgesät wurden: das Teleutosporenmaterial wurde am 13. November beim Bodenacker bei Muri gesammelt, war aber nicht sehr reichlich entwickelt. Dasselbe legte ich auf 6 *Pinus*pflanzen, welche im vorangehenden Sommer aus einer Baumschule im Thanwalde bei Rüeggisberg entnommen worden waren. Am 28. Februar 1894 waren noch keine sichern Spermogonien zu finden, am 20. April sah man solche an 4 Pflänzchen, allerdings fast überall nur sehr vereinzelt. Am 23. Mai zeigten sich bei der Revision des Versuches, dass an einem Pflänzchen ziemlich zahlreiche Nadeln Aecidien trugen; zwei weitere zeigten nur an 1—2 Nadeln je ein Aecidium und die drei übrigen trugen gar keine Aecidien. Dieser unvollständige Erfolg ist wohl der nicht sehr günstigen Beschaffenheit des Infectionsmaterials zuzuschreiben.

Fassen wir die Resultate der sämtlichen Versuche zusammen, so ergibt sich, dass das *Coleosporium* auf *Inula Vaillantii* seine Aecidien auf den Nadeln von *Pinus silvestris* bildet, dass dasselbe ausser *Inula Vaillantii* auch *I. Helenium* bewohnt, obwohl noch zweifelhaft bleibt, ob es daselbst auch Teleutosporenlager bildet; dagegen lässt es sich nicht übertragen auf *Senecio vulgaris*, *S. silvaticus* und *S. cordatus*, *Tussilago Farfara*, *Sonchus oleraceus*, *Adenostyles alpina*, *Campanula Trachelium* und *C. rapunculoides*. Es kann somit das *Coleosporium* auf *Inula* nicht mit *C. Senecionis*, *C. Tussilaginis*, *C. Sonchi-arvensis*, *C. Cacaliae*, *C. Campanulae* identificiert werden. Dasselbe stellt vielmehr eine besondere Art dar. Nun wurde schon von Kunze[1]) ein *Uredo Inulae* beschrieben, den Fuckel[2]) zu *Coleosporium Inulae* stellt und auf *I. salicina* und *hirta* angibt. Obwohl *I. Vaillantii* dort nicht als Nährpflanze angegeben wird, ist es kaum zweifelhaft, dass unser Pilz mit demselben identificiert werden darf; derselbe ist also zu bezeichnen als *Coleosporium Inulae* (Kze.) Fckl.

[1]) In Klotzsch: Herbarium vivum mycologicum Nr. 589 (nach Fuckel).
[2]) Symbolae Mycologicae 1869, p. 44.

2. Coleosporium Senecionis (Pers.)

Die Zugehörigkeit von *Coleosporium Senecionis* zum Nadel*peridermium* ist schon im Jahre 1874 von Wolff nachgewiesen worden; für mich handelte es sich hier bloss darum, die Identität oder Nichtidentität mit andern Coleosporien zu untersuchen. In dieser Hinsicht liegt meines Wissens bloss ein Versuch von Cornu[1]) vor, der mit den Aecidiosporen zwar *Senecio vulgaris*, nicht aber *S. coriaceus* und *Sonchus oleraceus* erfolgreich inficieren konnte; dieser Versuch ist aber deshalb für unsere Frage nicht einmal beweisend, weil die Aecidiosporen, welche zur Infection des *Sonchus* dienten, nicht von der gleichen Lokalität stammten, wie die auf *Senecio* ausgesäten.

Zu diesem Zwecke war es nötig, verschiedene Compositen mit Aecidiosporen zu besäen, von denen es ganz sicher war, dass sie dem *C. Senecionis* angehören. Dies wurde folgendermassen erreicht:

Am 30. Oktober wurden frische, Teleutosporen-tragende Blätter von *Senecio silvaticus,* welche ich in der Nähe von Bern gesammelt hatte, auf 5 Töpfe mit $^1/_2$- und $1^1/_2$jährigen Exemplaren von *Pinus silvestris* (aus einem Saatbeet im Thanwalde) aufgelegt. Am 6. November, als angenommen werden konnte, es seien die Basidiosporenkeimschläuche in die Nadeln eingedrungen, wurden die Versuchspflanzen ins Freie gestellt. Am 28. Februar 1894 waren noch keine Spermogonien zu erkennen; bloss in einem der Versuche zeigten sich hellgelbe Flecken an den Blättern. Am 20. April waren dann in diesem und zwei weitern Versuchen an mehrern resp. zahlreichen Blättern Aecidien zu finden. Zwei Versuche dagegen zeigten keinen Erfolg der Infection.

Die in dieser Versuchsreihe aufgetretenen Aecidiosporen wurden nun am 29. Mai auf folgende Pflanzen ausgesät:

Senecio silvaticus (2 Töpfe), *S. cordatus, Adenostyles alpina, Inula Vaillantii, Sonchus oleraceus* (je 1 Topf). Der Erfolg war folgender: am 12. Juni zeigten sich je an einem Blatte der beiden *Senecio silvaticus* vereinzelte Uredolager, am 21. Juni waren an einem dieser beiden *Senecio*-versuche fünf Blätter mit solchen besetzt (aber nur eines trug dieselben in grösserer Zahl), am andern trugen zwei Blätter vereinzelte Lager. Später starben leider die Pflanzen ab. Die übrigen Versuchspflanzen: *Senecio cordatus, Adenostyles alpina, Inula Vaillantii, Sonchus oleraceus* waren noch am 11. Juli gänzlich frei von Uredo.

Aus dieser Versuchsreihe ergibt sich also, dass *Coleosporium Senecionis* höchst wahrscheinlich *Senecio cordatus, Adenostyles alpina, Inula Vaillantii* und *Sonchus oleraceus* nicht befällt; nimmt man dazu die negativen

[1]) Bulletin de la soc. botanique de France 1880, p. 179 ff.

Resultate der Aussaat von Aecidiosporen anderer Coleosporien auf *Senecio* (siehe bei den betreffenden Arten), so ergibt sich mit Bestimmtheit, dass *Coleosp. Senecionis* nicht identisch ist mit *C. Cacaliae, C. Inulae* und *C. Sonchi-arvensis.*

3. Coleosporium Sonchi-arvensis (Pers.).

Am 9. Oktober 1893 wurden Teleutosporen-tragende Blätter von *Sonchus asper* aus der Umgegend von Bern aufgelegt auf sechs Töpfe mit $^1/_2$ und $1\,^1/_2$ Jahre alten Pflanzen von *Pinus silvestris* aus dem Thanwald. (Versuchsreihe XI.) Am 12. Oktober waren ziemlich viele Basidiosporen auf die Nadeln ausgeworfen worden; am 14. Oktober wurden sodann die Versuchspflanzen in ein Kalthaus, eine Woche später ins Freie gestellt. Am 21. November wiederholte ich die Infection wiederum mit Teleutosporen auf *Sonchus asper* und stellte die Pflanzen am 28. November wieder ins Freie. — Am 28. Februar waren in vier von diesen sechs Versuchen Spermogonien, teils vereinzelt, teils zahlreich nachzuweisen; am 20. April waren solche in 5 Versuchen zu finden, von denen zwei auch junge Aecidien zeigten.

Diese Aecidien verwendete ich am zweiten Mai zur Aussaat auf: *Sonchus oleraceus* (2 Töpfe), *Senecio silvaticus* (Sämlinge), *Inula Vaillantii* (2 Töpfe), *Adenostyles alpina, Tussilago Farfara, Campanula Trachelium* (je 1 Topf). — Das Resultat war ganz entsprechend dem der vorangehenden Coleosporien: Am 18. Mai fanden sich in einem der Versuche mit *Sonchus* vereinzelte kleine Uredolager an der Unterseite zweier Blätter, am andern solche in ziemlicher Zahl an der Unterseite von 5 Blättern; am 25. Mai sind 5 resp. 6 Blätter mit zum Teil zahlreichen Lagern besetzt, am 11. Juli bemerkte ich an einer der beiden Pflanzen auch vereinzelte Teleutosporenlager. Die übrigen Versuchspflanzen dagegen blieben während der ganzen Dauer der Beobachtung, bis zum 11. Juli, durchaus uredofrei.

Dieses Resultat in Verbindung mit dem bei andern Coleosporien erhaltenen (s. dort) bestätigt und erweitert die Ergebnisse Klebahns[1]), welcher mit Aecidiosporen *Sonchus arvensis* erfolgreich, dagegen *Tussilago Farfara* ohne Erfolg besäte. Es geht daraus hervor, dass *Coleosporium Sonchi-arvensis* seine Aecidien auf den Nadeln von *Pinus silvestris* bildet und dass dasselbe nicht mit *C. Senecionis, C. Inulae, C. Tussilaginis* und *C. Campanulae* zu identificieren ist. Dagegen ist das *Coleosporium* auf *S. oleraceus* mit demjenigen auf *S. asper* identisch, da ich mit den von

[1]) Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, 1894.

Teleutosporen auf *Sonchus asper* stammenden Aecidien *S. oleraceus* inficieren konnte.

---

4. Coleosporium Tussilaginis (Pers.).

Ueber diese Art liegt bereits eine Reihe von Versuchen von Klebahn vor, welcher Aecidiosporen auf *Tussilago Farfara* mit Erfolg, auf *Sonchus oleraceus* und *Petasites albus* dagegen ohne Erfolg aussäte. Ebenso gelang ihm auch die Infection der Kiefernadeln durch Aussaat von Basidiosporen. Meine Versuche, soweit sie sich auf dieselben Pflanzen beziehen, ergaben ein damit übereinstimmendes Resultat:

Teleutosporen auf *Tussilago Farfara,* welche ich im Berner Oberlande gesammelt hatte, wurden am 17. Oktober 1893 auf vier Töpfe mit $^1/_2$- und $1^1/_2$jährigen Kiefern (aus dem Thanwalde) aufgelegt. Später stellte ich die letztern zu den übrigen Versuchen ins Freie. — Am 28. Februar 1894 waren in einem dieser Versuche ziemlich viele Spermogonienanfänge zu erkennen, in einem zweiten fanden sich einige wenige solche, in den beiden übrigen rote Flecken. Am 20. April waren in drei Versuchen Spermogonien in mehr oder weniger grosser Zahl entwickelt. Am 23. Mai zeigten alle Versuche Aecidien, freilich einer derselben nur ein einziges. —

Diese so erhaltenen Aecidien wurden am 24. Mai zur Infection folgender Pflanzen verwendet: *Tussilago Farfara, Adenostyles alpina, Inula Vaillantii, Sonchus oleraceus,* je in einem Exemplar. — Am 7. Juni waren auf *Tussilago Farfara* auf 5—6 Blättern vereinzelte Uredolager sichtbar, am 11. Juni bemerkte man solche auf 7 Blättern und zwar an zweien reichlich, an den übrigen mehr oder weniger vereinzelt. Die übrigen Versuchspflanzen blieben ganz gesund, mit Ausnahme davon, dass am 11. Juni ein vereinzeltes Uredolager auf *Sonchus oleraceus* bemerkt wurde; ohne Zweifel rührt dasselbe von einer Verunreinigung des Versuchs her, die ja sehr wohl möglich ist, da die Experimente gleichzeitig mit verschiedenen Coleosporien ausgeführt wurden.

Trotz dieses Versuchsfehlers dürfen wir unter Mitberücksichtigung von Klebahns Resultaten sagen: *Coleosporium Tussilaginis* geht auf *Tussilago Farfara,* nicht aber auf *Adenostyles alpina, Inula Vaillantii, Sonchus oleraceus* und *Petasites albus.*

Was speciell die Nichtidentität von *Coleosporium Tussilaginis* mit *C. Cacaliae* anbelangt, so ergibt sich diese auch aus einer Beobachtung, welche ich im August 1893 in der Nähe von Adelboden im Berner-Oberland zu machen Gelegenheit hatte. Ich fand dort im sog. Bunderli

Blätter von *Adenostyles alpina*, welche äusserst reichlich mit jüngern Teleutosporenlagern von *Coleosporium Cacaliae* besetzt waren, während unmittelbar daneben stehende Blätter von *Tussilago Farfara* sich als vollständig *Coleosporium*-frei erwiesen.

5. Coleosporium Cacaliae (DC.).

Blätter von *Adenostyles alpina*, welche ich oberhalb Isenfluh im Berner Oberland gesammelt hatte und welche reichlich mit *Coleosporium*-Teleutosporen besetzt waren, wurden am 17. Oktober 1893 auf sechs Töpfe mit $^1/_2$- und $1^1/_2$jährigen Topfpflanzen von *Pinus silvestris* aufgelegt. Letztere stammten, wie die der frühern Versuche, aus einem Saatbeet im Thanwalde bei Rüeggisberg. Am 28. Februar 1894 zeigten sich in einem dieser Versuche junge Spermogonienanlagen, in den übrigen dagegen sah man höchstens rote Flecken. Am 20. April waren Spermogonien in 3 Versuchen entwickelt, freilich meist nicht in grosser Zahl; die übrigen trugen zwar zum Teil gelbe Flecke, aber keine sichern Spermogonien. Eine weitere Revision der Pflanzen am 23. Mai, an welchem Tage die mit andern *Coleosporium*arten inficierten Kiefern meist reichliche Aecidien zeigten, ergab keine Aecidienbildung und es konnte mithin der umgekehrte Versuch: Infection von *Adenostyles* durch die Aecidiosporen, nicht ausgeführt werden.

Dieses Resultat lässt sich verschieden deuten: man kann annehmen, dass die Nichtentwicklung von Aecidien einer Zufälligkeit zuzuschreiben sei; eine andere Möglichkeit ergibt sich aber aus den Versuchen von Wagner[1]): demselben gelang es nämlich, durch Aussaat von Basidiosporen des *Coleosporium Cacaliae* eine reichliche Aecidienentwicklung auf *Pinus montana* zu erzielen. Es wäre daher sehr wohl denkbar, dass die eigentliche Aecidiennährpflanze von *Coleosporium Cacaliae Pinus montana* ist, während auf *P. silvestris* die Entwicklung weniger leicht erfolgt. Damit würde auch der Umstand im Einklang stehen, dass das zu obigem Versuche verwendete Teleutosporenmaterial auf *Adenostyles* aus einer Höhe von ca. 1850 m. über Meer stammt, bei der im Berner-Oberland *Pinus silvestris* nicht oder nur selten vorkommt.[2])

[1]) Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, Bd. VI, Heft 1.

[2]) «Selten bis zur Waldgrenze aufsteigend», s. L. Fischer, Verzeichnis der Gefässpflanzen des Berner-Oberlandes. Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern, 1875. — «Der Baum hält sich bei uns in der Höhenzone der Birke, selten geht er höher als 1500 m. Ein sehr merkwürdiges Vorkommen, und jedenfalls das Höhenmaximum in unserm ganzen Gebiet, ist das im Oberengadin (bis 1800 m)» Christ, Pflanzenleben der Schweiz, 1879, p. 170.

6. Coleosporium Petasitis de Bary.

Teleutosporenlager auf *Petasites officinalis,* am 14. September 1893 bei Trimstein (bei Worb) gesammelt, wurden Tags darauf $^1/_2$- und $1^1/_2$-jährigen Kiefern aufgelegt. Am 19. Sept. konnte man von blossem Auge konstatieren, dass Basidiosporen auf die Nadeln gefallen waren. Der Erfolg der Infection zeigte sich hier auffallenderweise schon im gleichen Herbst, indem am 19. Oktober in drei von den 5 Versuchen (es waren das diejenigen der diesjährigen Aussaat) massenhafte Spermogonien an den Nadeln sichtbar waren; im Februar des nächsten Jahres erschienen dieselben meist schwärzlich, bloss relativ wenige waren gelb. Am 20. April fand ich an mehreren Nadeln offene Aecidien; dieselben waren von auffallender Kleinheit, welche wohl darauf zurückzuführen ist, dass die Blätter dieser jungen Exemplare sehr dünn und schwach sind und daher auch den Pilzfruchtkörpern nicht viel Nahrung bieten. Die beiden übrigen Versuche zeigten keinen Erfolg der Infection.

Was bei dieser Versuchsreihe besonders auffällt, ist der Umstand, dass die Spermogonien, statt wie sonst im Frühjahr, hier bereits im Herbste auftreten. Die gleiche Beobachtung machte Klebahn auch für *Colcosporium Melampyri;* er erblickt in diesem frühzeitigen Erscheinen der Spermogonien eine specifische Differenz gegenüber *C. Tussilaginis.* Ich bin meinerseits eher geneigt, diese Erscheinung darauf zurückzuführen, dass auch die Infection besonders früh erfolgte: in meinem Versuche Mitte September, in demjenigen von Klebahn sogar schon im Juli, während sie bei den andern Arten in meinen Versuchen erst am 9. Oktober begonnen, in denjenigen von Klebahn mit *C. Tussilaginis* am 11. Oktober ausgeführt wurde. Ich vermute daher, dass auch bei den andern Arten unter geeigneten Umständen eine solche frühzeitige Entwicklung der Spermogonien stattfinden kann.

---

7. Coleosporium Campanulae (Pers.).

Zur Einrichtung der Versuche dienten hier Teleutosporenlager auf *Campanula Trachelium,* welche in der Nähe von Bern gesammelt worden waren. Am 11. Oktober 1893 wurden dieselben auf $^1/_2$- und $1^1/_2$jährige Kiefernpflanzen von gleicher Herkunft wie die zu den übrigen Versuchen verwendeten aufgelegt. Nach Überwinterung der Kiefern waren am 28. Februar in vieren dieser Versuche zahlreiche oder vereinzelte Spermogonien, in dem fünften rote Flecken sichtbar. Am 20. April waren in allen Versuchen Spermogonien mehr oder weniger reichlich entwickelt und in einem derselben bereits Aecidien hervorgebrochen; letzteres trat später

auch an den übrigen Pflanzen ein; freilich sind die Aecidien an den $^1/_2$jährigen Kiefern, welche sehr dünne Nadeln besitzen, sehr klein.

Die so entstandenen Aecidiosporen wurden am 19. Mai 1894 ausgesät (resp. die Aecidien-behafteten Nadeln aufgelegt) auf: Keimlinge von *Campanula Rapunculoides* (2 Töpfe), ferner auf *Sonchus oleraceus*, *Campanula Trachelium*, *Inula Vaillantii*. — Am 8. Juni zeigte *Campanula Trachelium* an zwei Blättern vereinzelte Uredolager, am 19. Juni sind solche an cirka 7 Blättern z. T. vereinzelt, z. T. zu 2—3 Gruppen vereinigt zu bemerken, am 12. Juli tragen zahlreiche Blätter an der Unterseite Uredo-, z. T. auch Teleutosporenlager. Die Pflanze blieb dann den ganzen folgenden Winter über in einem Kalthause stehen und zeigte, wenn ich mich recht erinnere, die ganze Zeit hindurch stets lebende Blätter mit Uredo; als dann am 7. Mai des folgendes Jahres die Pflanze nachgesehen wurde, war massenhaft Uredo entwickelt. — Die übrigen Versuchspflanzen, auch *Campanula rapunculoides*, blieben während der ganzen Dauer der Beobachtung, die bis zum 12. Juli 1894 dauerte, gesund.

Übereinstimmend mit der von Rostrup, gestützt auf Beobachtungen in einer Baumschule[1]), ausgesprochenen Vermutung, ergibt sich also aus unsern Versuchen die Zugehörigkeit von *Coleosporium Campanulae* zu einem nadelbewohnenden *Peridermium* der Kiefer. Dasselbe ist nicht identisch mit den Compositen-bewohnenden Coleosporien. Ferner scheint es, als ob mit den aus Teleutosporen von *Camp. Trachelium* erzogenen Aecidiosporen *Campanula rapunculoides* nicht inficiert werden könne, daher die auf diesen beiden *Campanula*-Arten vorkommenden Coleosporien nicht identisch wären; doch sind zur sichern Feststellung dieser Thatsache noch weitere Versuche erforderlich. Endlich geht aus obigen Mitteilungen hervor, dass *Coleosporium Campanulae* — wenigstens in milden Wintern — fähig ist mittelst des Uredo zu überwintern.

Fassen wir unter Berücksichtigung unserer Versuche und derjenigen anderer Autoren die derzeitigen Kenntnisse über die Coleosporien zusammen, so erhalten wir folgende Übersicht:

Coleosporium Senecionis (Pers.).

Teleutosporen auf *Senecio vulgaris* und *S. silvaticus*.

Aecidien *(Peridermium oblongisporum* Kleb.) auf *Pinus silvestris*.

Coleosporium subalpinum Wagner.

Teleutosporen auf *Senecio subalpinus*.

Aecidien *(Peridermium Kriegerii* Wagner) auf *Pinus montana*.

---

[1]) Botanisk Tidsskrift 19 Bind, 1 Hefte 1894. Es standen in jener Baumschule Campanula rapunculoides und Pinus silvestris und montana nebeneinander.

Coleosporium Tussilaginis (Pers.).

Teleutosporen auf *Tussilago Farfara.*

Aecidien *(Peridermium Plowrightii* Kleb.) auf *Pinus silvestris.*

Coleosporium Petasitis de By.

Teleutosporen auf *Petasites officinalis.*

Aecidien *(Peridermium Boudieri* Ed. Fischer) auf *Pinus silvestris.*

Coleosporium Cacaliae (DC.)

Teleutosporen auf *Adenostyles alpina.*

Aecidien *(Peridermium Magnusianum* Ed. Fischer) auf *Pinus montana* (und *P. silvestris,* hier aber nur Spermogonien beobachtet).

Coleosporium Inulae (Kze.).

Teleutosporen auf *Inula Vaillantii* (und *Helenium).*

Aecidien *(Peridermium Klebahnii* Ed. Fischer) auf *Pinus silvestris.*

Coleosporium Sonchi-arvensis (Pers.).

Teleutosporen auf *Sonchus asper, oleraceus, arvensis.*

Aecidien *(Peridermium Fischeri* Kleb.) auf *Pinus silvestris.*

Coleosporium Euphrasiae (Schum.).

Teleutosporen auf *Alectorolophus major, minor, Euphrasia officinalis.*

Aecidien *(Peridermium Stahlii* Kleb.) auf *Pinus silvestris.*

Coleosporium Melampyri (Rebent.).

Teleutosporen auf *Melampyrum pratense.*

Aecidien *(Peridermium Soraueri* Kleb.) auf *Pinus silvestris.*

Coleosporium Campanulae (Pers.) I.

Teleutosporen auf *Campanula Trachelium.*

Aecidien *(Peridermium Rostrupi* Ed. Fischer) auf *Pinus silvestris.*

? Coleosporium Campanulae (Pers.) II.

Teleutosporen auf *Campanula rapunculoides.*

Aecidien *(Peridermium oblongisporum* Rostrup) auf *Pinus montana* und *P. silvestris.*

Man kennt ausserdem noch eine Anzahl Coleosporien, für die das Aecidium nicht experimentell nachgewiesen ist: *Coleosporium Pulsatillae* (Strauss), *C. Clematidis* Barcl., *C. Cerinthes* (Schroet.), *C. Plectranthi* (Barcl.), ferner einige weitere Compositenbewohner und endlich ein *Coleosporium Pini* Gallow. auf *Pinus inops* [1]). Für alle diese mit Ausnahme des letztgenannten ist wohl anzunehmen, dass sie ihre Aecidien auf *Pinus* bilden.

[1]) B. T. Galloway A new pine leaf rust (Coleosporium Pini n. sp.) Journal of Mycology Vol. VII 1894, p. 44.

Nachtrag zu Aecidium Ligustri (p. 52 ff.).

Eine nochmalige Untersuchung der Nährpflanze bei den Otth'schen Originalexemplaren von *Puccinia obtusata* mit specieller Berücksichtigung des Blatthäutchens ergab mit Bestimmtheit, dass es sich hier nicht um *Phalaris arundinacea,* sondern um *Phragmites communis* handelt; das Blatthäutchen ist nämlich nicht gross wie bei ersterer, sondern besteht aus einer Reihe dichtstehender kurzer Haare. Es ist damit jeder Zweifel über die Identität unserer zu *Aecidium Ligustri* gehörigen *Puccinia* mit *Puccinia obtusata* Otth. gehoben, und definitiv festgestellt, dass *Phragmites communis* die Teleutosporennährpflanze des *Aecidium Ligustri* ist. — Bestätigt wird dies in sehr klarer Weise durch eine weitere Beobachtung: In der Nähe der Hunzikerbrücke steht ein Liguster, welcher am 4./5. Juni 1898 massenhafte Aecidien trug. Zwischen die Zweige derselben wuchsen *Phragmites*-halme empor. Diese zeigten sich am 9. Juli über und über besetzt teils mit Uredolagern, teils mit Teleutosporenlagern, die völlig der oben (p. 54) gegebenen Beschreibung entsprechen: die gleichen grossen Lager, welche besonders auf den Blattscheiden gewaltige Dimensionen erreichen, die gleichen Sporen mit gerundetem Scheitel ohne Papille und mit sehr schwacher Einschnürung an der Grenze beider Zellen.

Zu bemerken ist noch, dass der Name *Puccinia arundinacea* var. *obtusata* Otth. bereits 1859 von Trog publiciert wurde [1]) und daher auf alle Fälle vor der Bezeichnung *var. Phalaridis* die Priorität hat.

---

[1]) Mitteilungen der naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1857, pag. 48.

Theoretisches.

1. Ueber Beziehungen zwischen Uredineen, welche alle Sporenformen besitzen und solchen von reduziertem Entwicklungsgang.

In seiner Bearbeitung der Uredineen für die «natürlichen Pflanzenfamilien» von Engler und Prantl weist Dietel darauf hin, dass eine auffallende Übereinstimmung bestehe zwischen den Teleutosporen der auf *Rhamnus*-Arten lebenden *Puccinia Mesneriana* Thüm. und denjenigen der Gruppe von *Puccinia coronata*, welche bekanntlich auf *Rhamnus*-Arten ihre Aecidien bilden; das gleiche hebt er auch hervor für die Teleutosporen von *Puccinia ornata* Arth. et Holw. auf *Rumex britannica* und diejenigen von *Pucc. Phragmitis*.

Ganz unabhängig von Dietel waren mir bei meiner Beschäftigung mit Uredineen eine Reihe von derartigen Beziehungen ebenfalls aufgefallen; man kann dieselben in folgendem Satze zusammenfassen: Auf den Nährpflanzen der Aecidiengeneration bestimmter heteroecischer Arten kommen auch Lepto-Formen[1]) vor, deren Teleutosporen mit denen der betreffenden heteroecischen Art annähernd oder völlig übereinstimmen. Zum Belege hiefür seien zu den beiden obengenannten, von Dietel angeführten Beispielen noch eine Reihe weiterer hinzugefügt. Ich stelle dieselben in der Weise zusammen, dass ich jeweils die Nährpflanzen, welche die mit einander übereinstimmenden Teleutosporen tragen, übereinander und die Aecidien-Nährpflanze der betreffenden heteroecischen Art daneben setze:

---

[1]) Ich brauche im folgenden diese abgekürzte Bezeichnung um zusammenfassend von Lepto-Uromyces, Lepto-Puccinia, Lepto-Chrysomyxa etc. zu sprechen; in analoger Weise werde ich von Mikro-, Hemi-Formen etc. sprechen.

	Teleutosporen auf:	*Aecidien (resp. Caeoma) auf:*
Puccinia Aecidii Leucanthemi m. Puccinia Leucanthemi Pass.	Carex montana Chrysanth. Leucanth.	Chrysanth Leucanth.
Puccinia Caricis montanae m. Puccinia Asteris Duby.[1])	Carex montana Centaurea Scabiosa	Centaurea Scabiosa.
Puccinia dioicae Magn. Puccinia Asteris Duby.[1])	Carex dioica Cirsium oleraceum	Cirsium oleraceum.
Puccinia extensicola Plow. Puccinia Asteris Duby.[1])	Carex extensa Aster tripolium	Aster tripolium.
Puccinia Caricis (Schum). Puccinia Urticae Barclay.[2])	Carex-Arten. Urtica parviflora	Urtica.
Chrysomyxa Rhododendri (DC.). Chrysomyxa Abietis (Wallr.).	Rhododendron Picea excelsa	Picea excelsa.
Chrysomyxa Ledi (Alb. et Schw.). Chrysomyxa Abietis (Wallr.).	Ledum palustre Picea excelsa	Picea excelsa.
Melampsora alpina Juel.[3]) Melampsora vernalis Niessl.[4])	Salix herbacea Saxifraga granulata	Saxifraga oppositifolia.

Als Beleg stelle ich die folgenden Figuren nebeneinander: *Puccinia Aecidii-Leucanthemi* und *Puccinia Leucanthemi* (Fig. 13), ferner *Puccinia Asteris* Duby und *Puccinia dioicae* Magn. (Fig. 14), *Pucc. Asteris* Duby und *P. Caricis-montanae* (Fig. 15). (S. folgende Seiten.)

Bei weiterem Nachforschen und Vergleichen dürften sich wohl noch mehr solche Fälle finden lassen; so vermute ich z. B., dass hieher gehört:

Coleosporium Senecionis etc. Coleosporium Pini Gallow.	Senecio u. a. Pinus inops	Pinus silvestris

freilich ist es bisher meines Wissens noch nicht experimentell bewiesen, dass bei *C. Pini* Uredo und Aecidium fehlt.

---

[1]) Puccinia Asteris ist jedenfalls eine Sammelart: vermutlich werden die Formen derselben auf Centaurea, Cirsium, Aster von einander als besondere Arten zu trennen sein, wie dies durch Plowright für die Form auf Achillea millefolium bereits geschehen ist.

[2]) Vergl. die Abbildung bei Barclay Descriptive List of the Uredineae occuring in the neighbourhood of Simla Part II.

[3]) Die Zugehörigkeit des Caeoma Saxifragae auf Saxifraga oppositifolia zu einer Melampsora auf Salix herbacea ergibt sich aus Versuchen, die Herr E. Jacky im Berner botan. Institut im Frühling und Sommer 1898 ausführte und die an anderer Stelle publiziert werden sollen.

[4]) Schröter vermutet allerdings, es handle sich hier um eine Melampsoropsis mit Caeoma.

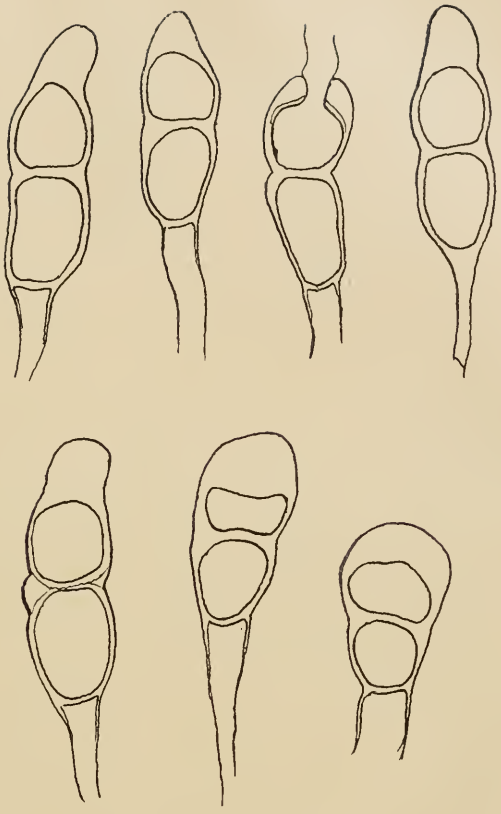


Fig. 13 A.

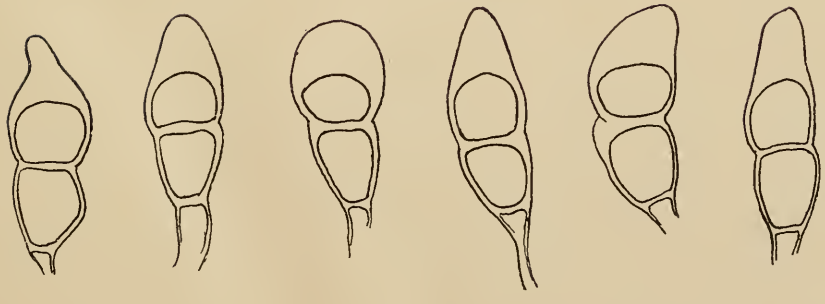


Fig. 13 B.

Fig. 13 A. Puccinia Leucanthemi Pass. nach Originalexemplaren aus dem Herbarium Passerini. B. Puccinia Aecidii Leucanthemi. — Vergr. 620.

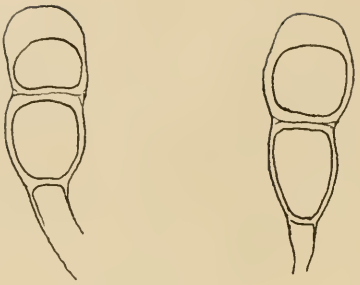


Fig. 14 A.

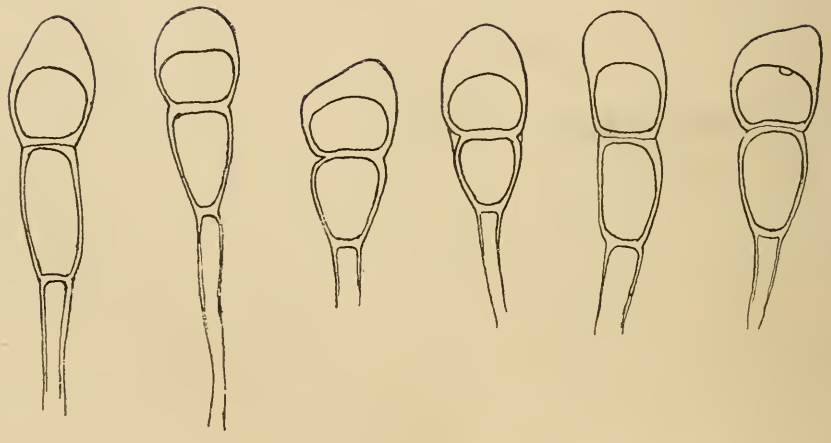


Fig. 14 B.

Fig. 14 A. Puccinia Asteris Duby auf Cirsium oleraceum. B. Puccinia dioicae Magn. — Vergr. 620.

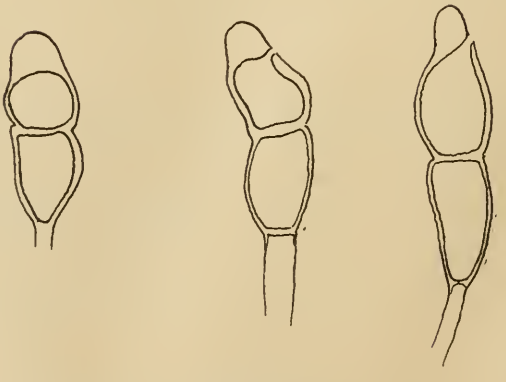


Fig. 15 A.

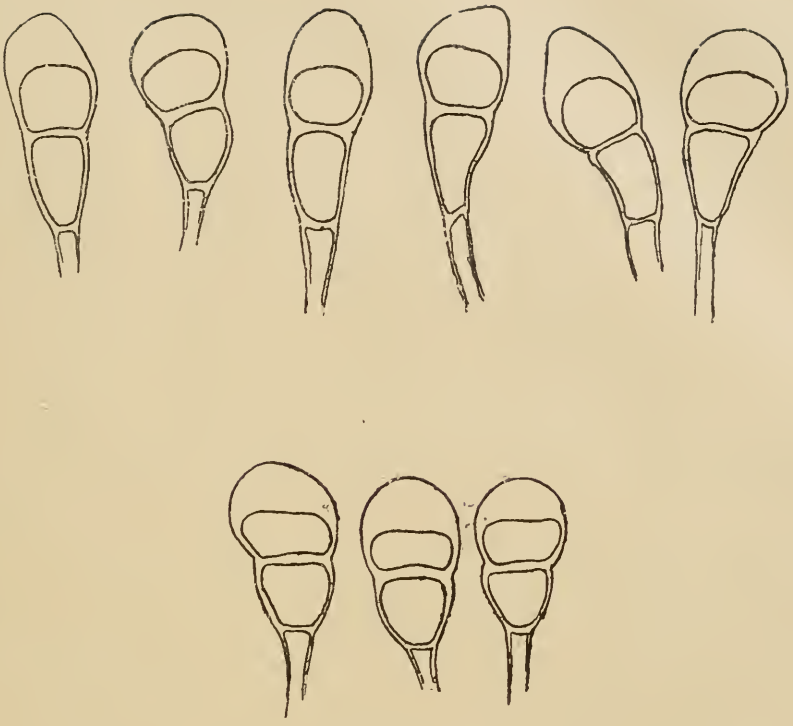


Fig. 15 B.

Fig. 15 A. Puccinia Asteris Duby auf Centaurea Scabiosa. B. Puccinia Caricis montanae. — Vergr. 620.

Mikro- und Hemi-Formen dagegen dürften weniger häufig zu heteroecischen Formen in derselben Beziehung stehen. Ich wüsste zur Stunde nur folgende Fälle zu nennen:

Uromyces Pisi Pers.	Papilionaceen	Euphorbia Cyparissias.
Uromyces scutellatus Schrank (fein warzige Form)	Euphorbia Cyparissias.	
Uromyces striatus Schröter	Papilionaceen	Euphorbia Cyparissias.
Uromyces scutellatus Schrank (gestreifte Form)	Euphorbia Cyparissias.	
Puccinia borealis Juel	Agrostis borealis	Thalictrum alpinum.[1])
Puccinia rhytismoides Johans.	Thalictrum alpinum.	

Ferner könnte hier noch angeführt werden:

Uromyces Junci	Juncus obtusiflorus	Pulicaria dysenterica.
Uromyces Solidaginis	Solidago Virgaurea.	

[1]) Vergl. die Abbildungen bei Juel Mykologische Beiträge V (l. c.). Statt Pucc. borealis könnte man ebensogut auch unsere oben besprochene Puccinia (s. pag. 58 ff.) einsetzen, doch ist bei derselben nicht nachgewiesen, ob sie auch auf Thalictrum alpinum lebt. Die Form der Teleutosporen würde bei letzterer fast noch besser passen.

obwohl hier die Aecidiennährpflanze der heteroecischen Form mit der Nährpflanze des *Mikrouromyces* weniger nahe verwandt ist als in den vorangehenden Fällen (Fig. 16).

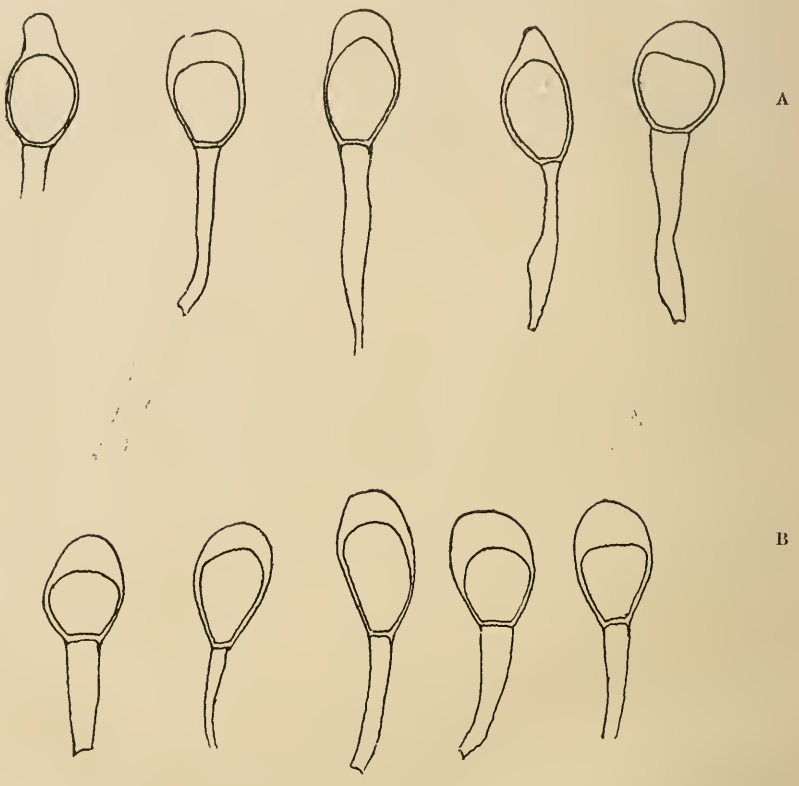


Fig. 16.

Fig 16 A. Uromyces Solidaginis von Zermatt.
B. Uromyces Junci auf Juncus obtusiflorus aus der Gegend von Bern. — Vergr. 620.

Aber neben diesen Fällen gibt es zahlreiche andere, in denen Mikro-Formen nicht mit den auf derselben Pflanze aecidienbildenden heteroecischen Arten übereinstimmen, so z. B. *Pucc. Ranunculi* und *P. Magnusiana*. Dafür aber zeigen häufig Mikro-, Brachy- und -opsis-Formen völlige Übereinstimmung mit Aut-Eu-Formen, welche nahe verwandte Nährpflanzen bewohnen. Ich erinnere z. B. daran, dass unter den Puccinien vom Typus der *P. Hieracii* sowohl Aut-Eu-, als auch Brachy- und Mikro-Formen vorkommen.[1]) Ebenso finden wir unter den in ihrer Teleutosporenform unter einander sehr übereinstimmenden *Uromyces*arten, welche

[1]) P. Magnus, Über die auf Compositen auftretenden Puccinien vom Typus der P. Hieracii etc. Berichte der deutschen bot. Ges. Bd. XI, 1893, p. 453 ff.

alpine Primeln bewohnen, eine Aut-Eu-, eine -opsis und eine Mikroform.[1]) Derartige Beispiele liessen sich noch mehrere anführen.

Man wird sich nun naturgemäss fragen müssen, ob wir in diesen Form-Übereinstimmungen bloss eine zufällige Erscheinung zu erblicken haben, oder ob wir darin den Ausdruck einer nähern natürlichen Verwandtschaft zwischen den betreffenden Lepto- und Hetero- resp. zwischen den Mikro-, Brachy- und Aut-Eu-Formen erkennen dürfen. Ich möchte mich für letztere Alternative entscheiden. Sollte ich damit Recht haben, so würde durch diese Beziehungen vielleicht ein Weg gezeigt, der zu einer natürlicheren Gruppierung, z. B. der zahlreichen *Puccinia*-Arten führen könnte, als dies durch die rein künstliche Scheidung in Mikro-, Lepto- etc. -*Puccinia* bisher geschehen ist, eine Scheidung, durch die bekanntlich sehr oft Formen weit auseinander gerissen wurden, welche nach allen übrigen Merkmalen einander sehr nahe stehen (so gerade z. B. bei den oben erwähnten Puccinien des Typus der *P. Hieracii* und anderen).

Wie will man sich nun aber eine derartige Beziehung phylogenetisch entstanden denken? Was zunächst die Übereinstimmung von Brachy- und Mikroformen mit den Aut-Eu-Formen anbelangt, so wird man geneigt sein, die erstern durch Wegfall einzelner Sporenformen von letztern abzuleiten. Ob dies, wie es sich Magnus[2]) vorstellt, durch klimatische Verhältnisse herbeigeführt werden kann, mag einstweilen dahingestellt bleiben. Schwerer wird es dagegen sein, sich die Beziehungen zwischen den Hetero- und Lepto-Formen zurechtzulegen; es bleibt hier kaum eine andere Vorstellung übrig als die, dass die betreffenden Uredineen ursprünglich omni- oder doch plurivor gewesen seien, dass also z. B. *Puccinia coronata* sowohl auf Gramineen als auch auf *Rhamnus*-Arten ihre ganze Entwicklung durchzumachen befähigt war; bei den Descendenten wäre dann eine Specialisation eingetreten in der Weise, dass die einen Abkömmlinge eine schärfere Anpassung des einen Entwicklungsgliedes (Aecidiengeneration) an *Rhamnus*, des andern (Uredo-Teleutosporengeneration) an Gramineen erfahren hätten, während andere Abkömmlinge einen Teil ihrer Sporenformen (Aecidien und Uredo) eingebüsst und sich zugleich auf eine der verschiedenen Nährpflanzen *(Rhamnus)* specialisiert hätten.

---

[1]) Ed. Fischer, Beiträge zur Kenntnis der schweiz. Rostpilze. 5. Die Uromyces-Arten der alpinen Primeln. Bulletin de l'herbier Bossier, T. VI, 1898, p. 13.

[2]) Über die auf Compositen auftretenden Puccinien mit Teleutosporen vom Typus der Puccinia Hieracii. Berichte der deutschen bot. Gesellschaft Bd. XI, 1893, p. 453 ff.

2. Die biologischen Arten.

Die zahlreichen Untersuchungen über die Biologie der Uredineen, welche im Laufe der letzten Jahre durch Plowright, Klebahn, Eriksson und andere vorgenommen worden sind, haben zu dem Resultate geführt, dass es bei den Uredineen Formen gibt, die, obwohl morphologisch nicht oder nur sehr wenig von einander verschieden, sich dennoch durch die Wahl der Nährpflanzen scharf von einander unterscheiden; man hat dieselbe als biologische Arten, Species sorores, specialisirte Arten, Gewohnheitsrassen bezeichnet.[1])

Wir wollen im folgenden in aller Kürze untersuchen, was die oben zusammengestellten Beobachtungen über diese biologischen Arten lehren.

a. Die Abgrenzung der biologischen Arten gegen einander.

Wir treffen in dieser Beziehung zwischen den verschiedenen oben besprochenen Artengruppen ziemlich erhebliche Verschiedenheiten.

In mehreren Fällen ist die Auswahl der Nährpflanzen, infolge dessen auch die Abgrenzung der einander nahe stehenden biologischen Arten, eine strenge, scharf durchgeführte: *Uromyces Junci* bildet seine Aecidien auf *Pulicaria dysenterica*, meidet dagegen *Buphthalmum* vollständig; *Puccinia Caricis-montanae* geht nur auf Centaureen, während die in morphologischer Beziehung von ihr nur sehr wenig verschiedene *P. Aecidii-Leucanthemi* nur *Chrysanthemum Leucanthemum* bewohnt, *P. persistens* befällt nur Thalictren, nicht *Aquilegia*, *P. Trollii Trollius* und nicht *Aconitum*; *P. Anemones-virginianae* zerfällt in zwei streng geschiedene Formen, von denen die eine nur *Atragene*, die andere nur gewisse *Anemone*-Arten bewohnt; endlich sind auch die verschiedenen Coleosporien sehr ausschliesslich an ihre Nährpflanzen gebunden. Man kann nun allerdings den Einwand erheben, dass vielleicht thatsächlich die Abgrenzung doch nicht überall eine so scharfe sei, wie dies aus den Versuchen hervorzugehen scheint, indem die Versuche mit negativem Resultat nicht absolut strikt beweisend seien: es könnten ja Pflanzen, die sich in unsern Versuchen einer gegebenen Uredinee gegenüber immun verhielten, unter bestimmten andern Verhältnissen vielleicht doch noch der Infection zugänglich sein. Speciell sei darauf hingewiesen, dass ein und dieselbe Pflanzenart in verschiedenen Rassen oder vielleicht sogar in verschiedenen Standortsformen für eine gegebene Pilzform verschieden empfänglich sein kann. Ich verweise auf das verschiedene Verhalten der *Carex montana* aus den Alpen und aus der Gegend von Bern gegenüber den Aecidio-

[1]) Vergl. die zusammenfassende Darstellung von Klebahn: «Über den gegenwärtigen Stand der Biologie der Rostpilze». Botanische Zeitung 1898, II. Abteil., p. 145—158.

sporen der *Pucc. Caricis montanae* (p. 38), ferner auf das ungleiche Verhalten der *Centaurea montana* gegenüber den Basidiosporen derselben Art: die Form aus dem Jura konnte ja nirgends erfolgreich inficiert werden.

Daneben gibt es andere Artgruppen, in denen die einzelnen biologischen Arten bei ebenfalls strenger gegenseitiger Scheidung doch einen Teil der Nährpflanzen gemeinsam haben. Das schönste Beispiel hiefür gewähren *Puccinia dioicae* und *P. Caricis-frigidae*. Erstere befällt *Cirsium eriophorum*, *heterophyllum*, *spinosissimum*, *oleraceum* und *palustre*, letztere dagegen geht nicht auf die beiden letztgenannten Arten.

Endlich scheint es auch biologische Arten zu geben, die hinsichtlich ihrer Nährpflanzen, wenn ich mich so ausdrücken darf, nur graduell von einander verschieden sind: zwei oder mehrere nahestehende Formen befallen dieselben Nährpflanzen, entwickeln sich aber auf denselben nicht gleich vollkommen. Für einen derartigen Fall dürften vielleicht unsere Beobachtungen an *Puccinia Caricis montanae* sprechen: diese *Puccinia* zerfällt möglicherweise in zwei Formen, von denen die eine sich auf *Centaurea Scabiosa* regelmässig und reichlich, auf *C. montana* nur dann und wann und wenig reichlich, die andere dagegen umgekehrt auf *C. montana* vollkommen, auf *C. Scabiosa* dagegen nur in vereinzelten Fällen entwickelt.

Übrigens scheinen derartige unscharfe Abgrenzungen in Bezug auf die Wahl der Nährpflanze auch zwischen Arten vorzukommen, die morphologisch scharf geschieden sind, nämlich bei den Gymnosporangien: *G. confusum* und *G. Sabinae* zeigen ein Verhalten ganz analog demjenigen von *Puccinia dioicae* und *P. Caricis frigidae*: erstere geht auf *Cydonia*, *Crataegus* und *Pirus communis*, freilich auf letzteren nicht immer, *G. Sabinae* dagegen nur auf *Pirus communis*. *G. clavariaeforme* entwickelt sich regelmässig und vollständig auf *Crataegus*, während es auf *Pirus Malus*, der Nährpflanze von *G. tremelloides* (oder einer andern Art) nur Spermogonien zu bilden scheint.

b. Art der Entstehung der biologischen Arten.

Wir gehen von der Annahme aus, dass die Formen, welche wesentlich nur durch biologische Merkmale von einander abweichen, Abkömmlinge ein und derselben Species seien. Dies kann man sich nun auf zweierlei Art zu Stande gekommen denken: entweder die Stammform bewohnte nur eine Nährpflanze und die Descendenten gingen dann nach und nach auf neue Nährpflanzen über, — oder aber die Stammform bewohnte alle diejenigen Arten, welche noch jetzt von deren Descendenten bewohnt sind, aber die Descendenten beschränkten sich im Laufe der Zeit auf verschiedene einzelne dieser Nährpflanzen. Bestimmte Argumente

zu Gunsten der einen oder andern dieser Annahmen lassen sich aus unseren Beobachtungen kaum ableiten, auch ist es nicht gesagt, dass sich in allen Fällen die Sache gleich verhalten haben müsse. Die zweite Alternative würde, weiter ausgeführt, schliesslich zur Annahme leiten, dass die ältesten Uredineen mehr oder weniger omnivor gewesen seien (sich vielleicht von Saprophyten ableiten). Dies liesse sich gut in Einklang bringen mit den im vorigen Abschnitte gebrachten Ausführungen über die Beziehungen zwischen den Uredineen mit allen Sporenformen und denen, welche ausschliesslich Teleutosporen besitzen. Es wären dann die ältesten Uredineen nicht bloss plurivor, sondern auch pleomorph gewesen und im weitern Verlauf der Entwicklung hätte dann eine Einschränkung in der Zahl der Nährpflanzen und zugleich auch in vielen Fällen eine Reduktion in der Zahl der Sporenformen stattgefunden.

c. Ursachen der Entstehung der biologischen Arten.

Es ist dies die Frage, welche bis jetzt von den verschiedenen über die Uredineen arbeitenden Forschern am meisten diskutiert worden ist. Setzen wir die Nährpflanzen in ihren Praedispositionen einmal als konstant voraus, so stehen wir hier wiederum im wesentlichen vor zwei Alternativen: entweder, es sind die biologischen Arten entstanden durch Angewöhnung an bestimmte Nährpflanzen, respektive durch Abgewöhnung von solchen, oder aber sie sind unabhängig von den Nährpflanzen entstanden, d. h. der Übergang auf eine neue Nährpflanze, respektive die Einschränkung auf eine solche ist die Folge innerer Veränderungen, die sich im Parasiten vollzogen. Anhaltspunkte zu Gunsten der einen oder andern dieser Ansichten wird man aus unsern Beobachtungen hauptsächlich in der Weise zu gewinnen suchen, dass man die Verbreitungsverhältnisse der Nährpflanzen mit berücksichtigt. Die interessantesten Thatsachen liefern in dieser Richtung *Puccinia dioicae* und *P. Caricis-frigidae* einerseits, *Puccinia Caricis-montanae* und *P. Aecidii-Leucanthemi* andererseits, sowie *Coleosporium Cacaliae*.

Puccinia dioicae und *P. Caricis-frigidae*. *P. dioicae* lebt im Selhofenmoos bei Bern, wo ihr jedenfalls seit undenklicher Zeit nur *Cirsium oleraceum* und *C. palustre* zur Verfügung standen. *Cirsium heterophyllum* dagegen kommt in der ganzen Gegend nicht vor; seine nächsten Standorte befinden sich im Gadmen- und Haslethale, weit drinnen im Berner Oberlande. Wäre nun die Theorie einer Angewöhnung (resp. Abgewöhnung) richtig, so müsste man unter diesen Umständen erwarten, dass *Cirsium heterophyllum* von *Pucc. dioicae* nicht befallen wird, da der Pilz ja nicht Gelegenheit gehabt hat, sich diese Nährpflanze anzugewöhnen, resp. er hätte sich dieselbe, falls er sie je früher bewohnte,

während der langen Zeit abgewöhnen müssen. Thatsächlich aber befällt *P. dioicae* dennoch *C. heterophyllum* nicht weniger leicht als *C. oleraceum* und *palustre*. — Umgekehrt fehlt nach einer Mitteilung des Herrn Revierförster Candrian in Samaden *Cirsium oleraceum* dem Oberengadin.[1]) Dies stünde nun sehr gut mit der Angewöhnungstheorie im Einklang, da *Pucc. Caricis-frigidae* nicht auf *Cirsium oleraceum* geht. Also bis zu einem gewissen Punkte ein Widerspruch!

Puccinia Caricis-montanae und *Pucc. Aecidii-Leucanthemi*. Bei Isenfluh kommen diese beiden Arten am gleichen Standort, ganz nahe beieinander vor und sind daselbst vermutlich auch schon seit sehr langer Zeit beieinander gewesen. Nichtsdestoweniger wird von *Puccinia Caricis-montanae Chrysanthemum* nicht befallen, von *Puccinia Aecidii-Leucanthemi* ebensowenig die *Centaurea*-Arten. Ferner kommen dort *Centaurea montana* und *Centaurea Scabiosa* nebeneinander vor und trotzdem scheint sich eine Scheidung der betreffenden *Puccinia* in zwei biologische Formen vollziehen zu wollen. Das Fehlen der einen oder andern Nährpflanze kann also hier für die Entstehung der biologischen Arten nicht verantwortlich gemacht werden. Eher könnte man sich vom Standpunkte der Gewöhnungstheorie aus die Sache so zurecht legen, dass man sagt: *Puccinia Caricis-montanae* hat anfänglich nur auf *Centaurea Scabiosa* gelebt, beginnt sich nun aber an *Centaurea montana*, weil sie ihr zu Gebote steht, allmählig anzugewöhnen. Ich muss aber eingestehen, dass ich mir ein solches Übergehen auf eine neue, schon lange vorher zur Verfügung stehende Nährpflanze nicht wohl denken kann, ohne zugleich anzunehmen, dass derselben innere Veränderungen des Parasiten vorangegangen seien. Endlich ist es klar, dass nicht bloss das Fehlen oder das Vorhandensein gewisser Nährpflanzen als Faktoren für die Angewöhnung, resp. Abgewöhnung gewisser Wirte in Betracht gezogen werden könnten; vielmehr könnten sich z. B. gewisse Nährpflanzen zur Zeit der Sporenkeimung in ungünstigem Entwicklungszustande befinden oder dgl. Doch liegen hiefür in den uns beschäftigenden Beispielen kaum Anhaltspunkte vor.

Coleosporium Cacaliae. Dieses bildete in meinen Versuchen auf *P. silvestris* nur Spermogonien, während Wagner auf *P. montana* Aecidien erhielt. Nun stammte das Material zu meinem Versuche aus einer Höhe, in welcher *P. silvestris* nicht zur Verfügung stand, wohl aber *P. montana*. Dies spräche zu Gunsten einer beginnenden Abgewöhnung der nicht zur Verfügung stehenden *P. silvestris*. Dem gegenüber stehen jedoch wieder die Erfahrungen mit den Teleutosporen derselben Art, welche auch da, wo *Tussilago* zur Verfügung steht, nur *Adenostyles* bewohnen.

[1]) Herr Candrian teilt mir mit, es solle dasselbe bei Ponte vorkommen; er glaubt aber, dass diese Angabe auf Irrtum beruhe.

Noch komplicierter wird aber die Sache, wenn man die Praedisposition der Nährpflanzen nicht als eine konstante annimmt, sondern berücksichtigt, dass dieselbe sich im Laufe der Zeit aus innern oder äussern Ursachen verändert haben kann. Hierüber liegen freilich bisher wenig Erfahrungen vor; aus unseren Beobachtungen könnten höchstens die oben betreffs *Carex montana* und *Centaurea montana* angeführten Fälle in Betracht zu ziehen sein, welche aber weiterer Untersuchung bedürfen.

Es werden noch sehr zahlreiche Beobachtungen hier nötig sein, insbesondere wird man den Weg einschlagen müssen, den Klebahn für *Puccinia Digraphidis* bereits betreten hat,[1]) nämlich das Experiment, in der Weise durchgeführt, dass eine biologische Art, welche mehrere Nährpflanzen bewohnen kann, lange Jahre hindurch nur auf einer derselben kultiviert wird, wobei sich dann herrausstellen muss, ob sie allmählig die Fähigkeit einbüsst auf die andern überzugehen.

---

[1]) Kulturversuche über heteroecische Rostpilze, VI. Bericht, II. Teil (1897).

Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

Fig. 1. *Puccinia Caricis-frigidae.* Teleutosporen auf *Carex frigida*, gegenüber Celerina neben *Cirsium heterophyllum* gesammelt. Vergr. 620.

Fig. 2. *Puccinia Aecidii-Leucanthemi.* Teleutosporenlager auf einem Blatte von *Carex montana*, ca. 6 mal vergr.

Fig. 3. *Puccinia Caricis-montanae.* Teleutosporenlager auf einem Blatte von *Carex montana*, ca. 6 mal vergr.

Fig. 4. *Puccinia graminis*: deformierte Blattrosette von *Berberis vulgaris* am 21. Juli 1891. a. Spreiten von normaler Dicke, b. junge Blätter, die bis zur Spitze der Spreite dick angeschwollen sind, c. verdickte rotgefärbte Blattbasen. (Nur bei d sind Aecidien vorhanden).

Fig. 5. *Puccinia persistens* Plowr. auf *Poa nemoralis var. firmula*, von Samaden. Teleutosporenlager. Vergr. 340.

Fig. 6. Dieselbe: einzelne Teleutospore. Vergr. 620.

Tafel II.

Fig. 7. *Puccinia helvetica* Schröter. Eindringen der Keimschläuche in die Epidermis. Vergr. 720.

Fig. 8. *Coleosporium Inulae* Kze. Hinwachsen der Keimschläuche der Basidiosporen zu den Spaltöffnungen von *Pinus silvestris*. Vergr. 620.

Fig. 1.

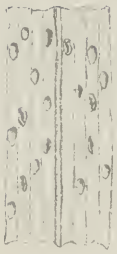


Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4

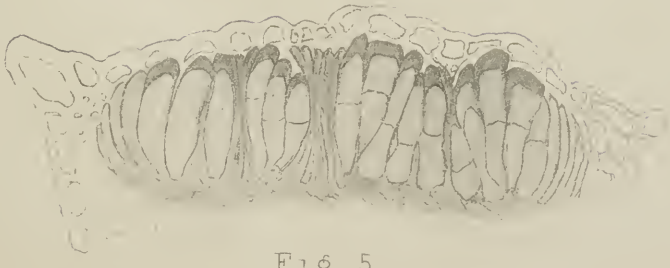


Fig. 5

Fig. 6

Fig. 7.

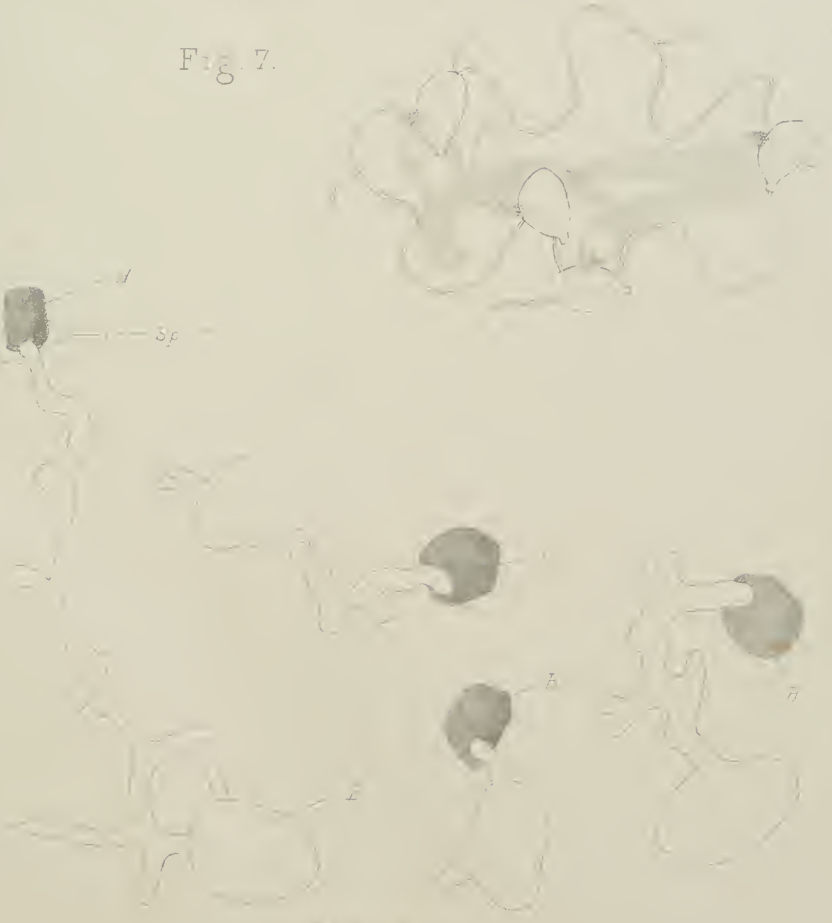


Fig. 8

BEITRÄGE

ZUR

KRYPTOGAMENFLORA

DER

SCHWEIZ

AUF INITIATIVE DER SCHWEIZ. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT
UND AUF KOSTEN DER EIDGENOSSENSCHAFT
HERAUSGEGEBEN VON
EINER KOMMISSION DER SCHWEIZ. NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

BAND I, HEFT 2

DIE FARNKRÄUTER DER SCHWEIZ

VON

H. CHRIST

BERN
DRUCK UND VERLAG VON K. J. WYSS
1900

DIE
FARNKRÄUTER
DER
SCHWEIZ

VON

H. CHRIST

MIT ACHTUNDZWANZIG TEXTFIGUREN

BERN
DRUCK UND VERLAG VON K. J. WYSS
1900

Allgemeiner Teil.

Die in unserm kleinen Lande so reich vertretene Familie der Farne hat, ausser in den verschiedenen allgemeinen und Lokalfloren nur eine systematische Bearbeitung gefunden: von C. Gustav Bernoulli:

Die Gefässkryptogamen der Schweiz, Basel 1857. 96. S.

So schätzbar diese Darstellung damals war, so ist sie nunmehr weit überholt durch bedeutende Arbeiten der neuern Zeit, welche wesentliche Gesichtspunkte in den Vordergrund stellen, an die man damals noch nicht dachte.

Namentlich sind es Chr. Luerssen: Die Farnpflanzen oder Gefässbündelkryptogamen in L. Rabenhorsts Kryptogamenflora von Deutschland, Oesterreich und der Schweiz, Leipzig 1889 und P. Ascherson: Synopsis der Mitteleuropäischen Flora I. Lief. 1 u. 2 1896, welche sich auch über unsere Farne in einer so einlässlichen Weise verbreiten, dass auf den ersten Blick wenig mehr zu thun bleibt. Seit Bernoulli hat die morphologische Erkenntnis dieser Gewächse namhafte Fortschritte gemacht, und man hat auch begonnen, die anatomischen Merkmale zu ihrer Unterscheidung heranzuziehen, wenn auch der Versuch von M. P. Parmentier:

Recherches sur la structure de la feuille des fougères et sur leur classification in den Annales des sciences naturelles Ed. von Tieghem, 7 série Botanique. Paris. IX 19. 289

noch beträchtlicher Vervollständigung und Sichtung bedarf.

Alsdann aber hat sich die neuere Richtung mit grosser Energie dem Studium der Formenreihen zugewandt, in welchen die Arten unserer Filices auftreten, und diese Subspecies und Varietäten bis zu den monströsen und teratologischen, namentlich den Frostformen herunter werden immer mehr der Gegenstand eifrigster Erforschung.

Es versteht sich, dass die neue Bearbeitung der Farne unserer Flora, die ich im Auftrag der Kryptogamen-Kommission der schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft unternahm, sich diesen Gesichtspunkten zuwenden musste.

Auch war es geboten, angesichts der ganz neuen, in hohem Grade vollendeten Darstellung Luerssen's und Ascherson's nicht dort Gegebenes zu wiederholen. Deshalb sind Diagnosen der Arten unterblieben. Hiefür wird einfach auf Ascherson's sehr knappe und handliche Synopsis verwiesen, wo auch die Synonymik in erschöpfender Weise behandelt ist. Ich begnüge mich daher, ausser dem vollständigen Autorencitat jeder Art und jeder Varietät, stets mit dem Hinweis auf Luerssen und Ascherson, ohne weiter zurück zu greifen.

Dagegen fand ich es wünschbar, die Varietäten und die hybriden Formen kurz zu charakterisieren, schon deshalb, weil ich in der Lage war, in diesem Gebiet einiges Neue und von meinen Vorgängern Abweichende zu geben.

Auch folge ich dem Wunsch meiner schweizerischen Freunde, indem ich einen Schlüssel zur handlichen Bestimmung der Genera und Species beigebe.

Der Darlegung der geographischen Verbreitung habe ich besondere Aufmerksamkeit geschenkt, und das allgemeine Areal der Arten etwas eingehender behandelt, als dies bisher geschah.

Ich habe die Equiseten, Lycopodien, Isoëtes und Selaginellen nicht in meine Darstellung aufgenommen, sondern mich auf die Farne und Wasserfarne beschränkt. Ich war hiezu veranlasst durch den Umstand, dass jene Gruppen, namentlich die Equiseten, von den neuern schweizerischen Botanikern bisher bei weitem nicht so vollständig beobachtet und gesammelt sind, als die Farne. Erst wenn diese Lücke, was hoffentlich nicht allzulange anstehen wird, ausgefüllt sein wird, besonders wenn unsere Equisetenformen nach dem Vorgang der Deutschen (deren Arbeit bes. in der Pteridophyten-Sammlung von F. Wirtgen und den Exsiccaten von Baenitz zur Anschauung gelangt) und des Abbé Hy in Angers einmal gehörig beisammen sein werden, ist es Zeit, auch an den Rest der Pteridophyten unsers Landes zu gehen.

Es wird auch unter diesen in petto bleibenden Gruppen Interessantes geben. So sah ich vom Simplon eine, der nordischen var. pungens Desv. sehr nahe kommende Form des Lycopodium annotinum L. H. Lüscher fand bei Zofingen in 500—550 m. Höhe auf erratischem Terrain mit Alnus viridis und Lycopodium Selago im Sept. 1893 sehr entschiedenes L. alpinum L., ein dem Rhododendron bei Schneisigen ganz gleichstehendes Glacial-Relict. Auch scheint mir die Isoëtes echinispora Du Rieu von Muralto eine von der Schwarzwaldform abweichende, und die bes. im Wallis sehr hoch ansteigenden zwergigen Equiseten-Formen des Gletschersandes wie die ungemein variierenden grossen hyemale- und verwandten Farnen des Genferseeufers bei Morges etc. werden auch noch manches Besondere bieten. Aber das alles muss auf der Basis der bisherigen

Arbeiten — wie sie in Ascherson's Synopsis vortrefflich resumiert sind, gesammelt und gesichtet sein, ehe eine Gesamtdarstellung möglich ist.

Das benutzte Material.

Ich bin von den schweizerischen botanischen Instituten und Botanikern auf's bereitwilligste mit dem, in ihren öffentlichen und Privatsammlungen vorhandenen Material unterstützt worden, was ich mit herzlichem Dank anerkenne. Es sind folgende:

Herb. Helvet. des Eidgenössichen Polytechnikums (enthaltend bes. Herb. U. A. v. Salis, Brügger, Jaeggi, Favrat, F. v. Tavel) durch Hrn. Prof. C. Schroeter.

Herb. Turic. der Universität Zürich (enthaltend bes. Herb. Schalch, Vetter, Prof. A. Meyer, Hegi, Schlatter) durch Hrn. Prof. Hans Schinz.

Herb. Bern. der Universität Bern durch Hrn. Prof. Ed. Fischer.

Herb. Luzern. (enthaltend bes. Herb. Rob. Steiger und Dr. Suppinger) durch Hrn. Prof. Bachmann.

Herb. Lausann. (enthaltend bes. Herb. Blanchet, J. C. Du Commun, Leresche, J. Muret, Rosine Masson) durch Hrn. Prof. Wilczek.

Herb. Delessert (enthaltend bes. Herb. Haller fil., Fauconnet, Payot, Guinet, A. de Candolle, Dupin etc.) durch Hrn. Direktor John Briquet.

Herb. des Kollegiums in Schwyz, das Herb. Rhiner enthaltend, durch Hrn. D. Capeder.

Herb. des Museo in Locarno, das Herb. Franzoni enthaltend, durch Hrn. Emilio Balli.

Herb. Reuter in Valleyres durch Hrn. William Barbey.

» Boissier (Cystopteris) durch denselben.

Aus dem Herb. des Nat-Historischen Museums in Aarau durch Hrn. Prof. F. Mühlberg.

Herb. de l'Académie de Neuchâtel, enthaltend bes. Herb. Ch. H. Godet, Lerch, Tripet, Morthier u. Sire, durch Hrn. Prof. F. Tripet und E. Sire.

Ferner die Herbarien der Herren:

A. E. Ayasse in Genf.

W. Bernoulli in Basel, das Herbarium Gustav Bernoulli enthaltend.

M. Besse Chanoine in Lens, Wallis.

Dr. A. Binz in Basel. (Asplenien.)

E. Burnat in Nant, Vevey.

M. Candrian in Samaden.

Coaz, Oberforstinspector, Bern.

Dr. E. Cornaz Vater in Neuchâtel.

Ed. Fischer, Professor in Bern.

L. Fischer, Professor in Bern.

H. Jaccard in Aigle.

H. Lüscher in Bern.
Mari, Bibliothekar in Lugano, gest. Aug. 1899.
Mariani, Professor in Locarno.
Ph. Paiche, Genf.
Wilczek, Professor in Lausanne. (Die Farne von Pont de Nant.)
Wirtgen F. in Bonn. (Die Farne aus der Umgebung von Lugano).
Wolf, O., Professor in Sion.

Herr Dr. med. O. Nägeli in Zürich hat mir sein Manuskript der Thurgauer Flora gütigst zur Einsicht mitgeteilt.

Ferner haben mich durch Material und Notizen aus benachbarten und weitern Gebieten unterstützt die Herren: Lino Vaccari, Prof. in Aosta; D. Alfr. Chabert, Chambery, Savoyen; Flahault, Professor in Montpellier; Gaston Gautier in Narbonne; Geo Nicholson in Kew; Chs. Clarke in Kew; C. W. Hope in Kew; Geisenheyner in Kreuznach; Chr. Luerssen in Königsberg; C. Bænitz in Breslau; P. Ascherson und R. Beyer in Berlin; A. Kneucker in Karlsruhe; Dr. E. Levier in Florenz (Flora von Bormio und Italien überhaupt); Loesch, Hauptlehrer in Zastler, Schwarzwald; Dr. Naumann in Gera; Osswald in Nordhausen, Harz; J. Kaulfuss in Nürnberg; Prof. Ant. Magnin und Dr. Parmentier in Besançon; G. Vidal in Nice; Thomas Hanbury in La Mortola; Ant. Le Grand in Bourges; Prof. O. Penzig in Genua; Dr. Dieck in Zoeschen.

Herr Prof. W. Schimper hat mir stets bereitwilligst die Hilfe des Basler botanischen Instituts für mikroskopische Untersuchungen gewährt, welche meist Frl. Dr. Ternetz gütigst ausgeführt hat. Die beigegebenen Textbilder sind ausser ganz wenigen von meiner Hand, durch Hrn. Dr. Roland Anheisser ausgefertigt, dessen schöne Zeichnungen bereits aus W. Schimpers pflanzengeographischem Werk bekannt sind.

Abgrenzung des Gebiets und Auswahl der notierten Standorte.

In der Abgrenzung des Gebiets habe ich mich im Ganzen an die, leider im Süden höchst unnatürlich verlaufende politische Grenze gehalten, aber doch auch die Vorkommnisse unserer Nachbarschaft nicht unerwähnt lassen können.

In der Auswahl der einzelnen notierten Standorte bin ich knapp verfahren; nur bei den seltenern oder bisher vielfach verwechselten Arten und Var. habe ich sie nach dem mir vorgelegenen Herbarien-Material vollständig notiert, sonst habe ich bloss irgendwie durch Höhenlage, Gestein etc. interessante Beispiele gegeben. Aus der Litteratur habe ich dabei nicht geschöpft, ausser wo ich es speziell unter Hinweis auf meine Quellen angeführt habe. Ich gebe zu, dass dadurch die Standortsverzeichnisse vollständiger geworden wären, aber ich zog vor, nur selbst Gesehenes aufzunehmen, was bei gewissen, früher vielfach misskannten

Arten und bei dem, für einige Species neuerdings modifizierten Artbegriff (z. B. Aspidium aculeatum) entschiedene Vorzüge zu haben schien.

Meine eigenen Funde habe ich mit einem ! kenntlich gemacht.

Litteratur.

Die Litteratur über schweizerische Farne findet sich zerstreut in den von Ascherson mit grosser Genauigkeit citierten Werken und Zeitschriften, sowie in den Deutschland und die Schweiz, oder die Schweiz allein behandelnden Floren (neueste A. Gremli Exkursionsflora für die Schweiz, 8. Auflage, 1896. S. 459; H. Schinz und R. Keller, Flora der Schweiz 1900 S. 2) und den Lokalfloren und -Verzeichnissen der einzelnen Kantone und Gebiete. Das einzige, die schweizerischen Farne ex professo behandelnde Buch ist das von G. Bernoulli, das im Eingang citiert ist.

Ich führe einige neuere Publicationen, in so fern sie für die Gruppe der Farne, sei es durch genauere Standortsangabe, sei es durch Charakterisierung einzelner Arten oder Formen, von etwelchem Interesse sind, hier besonders an:

1. Chr. H. Godet, Flore du Jura, 1853. Supplément 1869.
2. Reuter, Catalogue des plantes vascul. de Genève, 2 Ed. 1861.
3. L. Fischer, Verzeichnis der Gefässpflanzen des Berner Oberlandes, 1875.
4. Th. Durand et H. Pittier, Catalogue de la flore vaudoise, II u. III 1883, 1887.
5. E. Killias, Flora des Unter-Engadin. Beilage zu den Verhandlungen der Naturforsch. Ges. von Graubünden 1887/1888.
6. R. Wartmann und Th. Schlatter, Kritische Uebersicht der Gefässpflanzen der Kantone St. Gallen und Appenzell, III. 1888.
7. M. Cottet et F. Castella, Guide du botaniste dans le Canton de Fribourg im Bullet. Soc. hist. Nat. Fribourg 1891.
8. A. Lenticchia, Le crittogame vascolari della Svizzera insubrica, appendice all' opera di A. Franzoni sulle piante fanerogame della Svizz. insubr. Genova 1894
9. Jos. Rhiner, Gefässpflanzen der Urkantone und des Kantons Zug, 2. Aufl. III. 1895.
10. H. Jaccard, Catalogue de la flore Valaisanne 1895.

Neue Funde und Standorte werden alljährlich in den Berichten der schweizerischen botanischen Gesellschaft mitgeteilt.

Taxinomische Einheiten.

In der taxinomischen Abstufung Art, Subspecies, Varietät und Lusus bin ich Luerssen und Ascherson ziemlich genau gefolgt.

Unter Subspecies verstehe ich mit ihnen und mit Wettstein (Grundzüge der geographisch-morpholog. Methode, Jena 1898) eine systematische

Einheit, welche morphologisch dem Typus der Art gegenüber bereits einen bedeutenden Grad von Selbständigkeit erlangt hat, und sich meist auch durch gewisse Unterschiede im geographischen Areal von ihr entfernt: sei es, dass sie einem südlichern oder nördlichern Gebiet, oder der höhern Bergregion, oder einer andern Gesteinart angehöre, oder dass sie ausser morphologischen auch biologische Unterschiede zeige.

Beispiele aus unserm Gebiet sind Polypodium vulgare und Asplenium Adiantum nigrum einerseits, und ihre Subspecies P. serratum und Asplen. Onopteris anderseits. Die beiden typischen Arten gehören der mitteleuropäischen, die beiden Subspecies der mediterranen Flora an: Polypod. serratum ist winter-, P. vulgare sommer- bis immergrün.

Unter Varietäten verstehe ich alle die Abänderungen, welche den Grad der Selbständigkeit der Subspecies nicht erlangt haben, sondern durch oft ununterbrochene Zwischenformen sich an die typische Ausprägung der Art anlehnen. Es hält deshalb oft schwer, eine vollkommen ausgebildete Varietät zu konstatieren: die meisten Individuen zeigen oft nur annähernde Formen, die ich hie und da mit «versus» bezeichnete. Zuweilen zeigen auch nur ein oder wenige Blätter einer sonst typischen Pflanze die Abänderung der Varietät: so bei Asplenium Ruta muraria und Cystopteris. Dieser Umstand erschwert wohl die Behandlung, erhöht aber nur das Interesse; denn wir stehen hier Formen der Art gegenüber, die wahrscheinlich nichts anderes sind als «Momentaufnahmen» aus einer Entwicklungsreihe, die zur Bildung neuer Arten führt.

Innerhalb einiger Varietäten lassen sich Subvarietäten unterscheiden.

Die unter Lusus zusammengefassten Formen sind singuläre Aberrationen, aber nur zum Teil Produkte äusserer teratologischer Reize; zum Teil entziehen sie sich jeder ursächlichen Vermutung. Aber auch sie nehmen Teil an dem Interesse, das jeder von der Norm abweichenden Bildung in Bezug auf die «Specifikation» gebührt.

Luerssen hat die Form, die ich als var. attenuatum bei Aspidium Filix mas aufzustellen berechtigt war, nur als Frostform beobachtet. Berechtigt war ich dazu, weil in der Alpenregion diese Gestaltung ohne jedes Anzeichen einer Missbildung vorkommt. In den hohen Anden giebt es Farnformen, die genau die Facies einer Frostform der Ebene darbieten (Cheilanthes micropteris).

Es ist daher keine Spielerei, sich ernstlich in das Gebiet dieser Varietäten und Lusus zu vertiefen. Freilich gilt es auch hier, sich vor allzu grosser Vervielfachung zu hüten. Es giebt zahlreiche Formen, die gewisse kleine Besonderheiten darbieten, die aber so flüchtiger Natur sind, oder auf so rein quantitative Verhältnisse hinauslaufen, dass man sie unmöglich neben Varietäten aufführen kann, denen einige Stabilität und markante Ausprägung innewohnt. Solche Formen habe ich nur bei-

läufig im Text oder bei Anführung ihres Standortes erwähnt, ohne ihnen die besondern, von manchen Autoren seit Moore u. Newman gegebenen Namen beizulegen. Sunt certi denique fines! Namentlich habe ich streng vermieden, die Teilungen der Spindel, wie sie fast bei allen Farnen vorkommen, speziell zu erwähnen oder gar zu benennen, ausser in 2 bis 3 Fällen, wo sie durch auffallend häufiges Vorkommen einige Bedeutung gewinnen.

In der Aufstellung von Gesamtarten, unter welche Ascherson die nach seiner Ansicht phylogenetisch verwandten Arten gruppiert, bin ich ihm nicht gefolgt.

Diese Einführung phylogenetischer Gesichtspunkte in eine Synopsis hat den Uebelstand, abstrakte Diagnosen für ideale Gesamtarten konstruieren zu müssen, aus welchen alle speziellen Merkmale der einzelnen Glieder entfernt werden müssen.

Dann aber erscheint für umfassende Darstellungen, welche alle bekannten Arten eines Genus begreifen, die phylogenetische Gliederung derselben passender, weil dann die Gefahr sich vermindert, mit allzu fragmentarischem Material zu arbeiten.

Wenn es z. B. im Rahmen der armen europäischen Farnflora plausibel erscheinen mag, das Asplenium viride unter die Gesamtart Trichomanes (Aschers. 55, 58) zu stellen, und wenn das A. adulterinum diese Auffassung besonders nahe legt, so zeigt ein Blick auf das gesamte Genus Asplenium, dass anderwärts diese 2 Arten Typen darstellen, welche ein jeder in eine Anzahl von Arten auseinandergehen (zu A. Trichomanes: A. monanthemum L, A. normale Don., A. Petrarchæ DC., A. ebeneum Ait, A. formosum Wlld., A. triphyllum Prsl. etc. Zu A. viride: A. dentatum L, A. flabelliforme Cav., A. fragile Prsl., A. vagans Bak. etc.) und dass man also bei der Darstellung des Genus in seinem Zusammenhang genötigt ist, eine Gruppe Trichomanes und eine Gruppe Viridia anzunehmen.

Aspidium cristatum erscheint in Europa ohne Schwierigkeit einer Gesamtart A. spinulosum unterstellt werden zu können (Aschers. 30). Eine Pflanze aus Japan aber: A. transitorium Chr., Bullet. Boiss. VII. 11. 822, zeigt, dass mindestens ebenso nahe Beziehungen des A. cristatum gegen A. Filix mas bestehen.

So viel um zu zeigen, dass das phylogenetische Schema um so fraglicher wird, je beschränkter das Florengebiet ist, auf welches wir es anwenden.

Ich zog daher für unser kleines Gebiet vor, auf ideale Arteinheiten zu verzichten, die Arten neben einander zu stellen, und die Subspecies und Varietäten diesen unterzuordnen. Hiebei nahm ich als Typus die Pflanze, welche nach ihrer Ausprägung und nach ihrem Vorkommen diesem Begriff am nächsten kommt. So gelangte ich z.B. dem bisherigen

Gebrauch entgegen, zur Voranstellung des Aspidium dilatatum, an welches ich das A. spinulosum (A. euspinulosum Aschers.) als schwächere und zugleich weniger verbreitete Subspecies anreihe.

Variation.

Die Differenzierung der Farne in Arten und schwächere systematische Einheiten verhält sich durchaus nicht wesentlich anders als bei den Phanerogamen.

Es giebt unter unsern Farnen höchst stabile Species, die nicht oder wenig variieren. Dahin gehören Adiantum, Ceterach, Pteridium, Notholaena, Asplenium septentrionale, Blechnum, Aspidium montanum, A. Thelypteris, A. Phegopteris, A. Dryopteris, Osmunda, Struthiopteris: also vorwiegend Monotypen und Arten aus Genera oder Gruppen, die bei uns nur in einer oder wenigen Arten vorhanden sind. Andere zeigen reiche Varietätenreihen: so namentlich Polypodium vulgare, Aspidium Filix mas, dilatatum, Cystopteris fragilis, die Athyrien, Asplenium Adiantum nigrum und vor Allen A. Ruta muraria, dieser Proteus unter unsern Farnen, von denen jeder etwas ausgedehnte Standort in Wallis oder Tessin stets 2, 3 und mehr Varietäten aufweist, und zwar so, dass mitten unter der gewöhnlichen Form einzelne kleinere Rasen der Varietäten wachsen, und dass sich zwischen den normalen Blättern hie und da eine kleinere Zahl variierter auf demselben Rasen erhebt.

Mehrere Farn-Varietäten haben einen mehr oder weniger monströsen Charakter, unterscheiden sich aber doch von zufällig auftretenden, oft durch äussere Reize veranlassten Missbildungen und Wucherungen durch eine merkwürdige Stabilität, vermöge welcher diese Gestaltung immer wiederkehrt. Athyrium Filix femina var. latipes, Aspidium Filix mas v. Heleopteris, Asplenium Ruta muraria var. pseudo-Germanicum sind Beispiele dieser Art.

Scolopendrium vulgare, das sonst kaum variiert, zeigt wenigstens eine Tendenz zu Monstrositäten, welche so häufig wiederkehren, dass sie im Begriff sind, zu monstrogenen Varietäten zu werden.

Auch solche Varietäten kommen vor, die stabil gewordene Entwicklungsstufen der Pflanze darzustellen scheinen. Aspidium lobatum var. Plukenetii ist in ihrer Erscheinung identisch mit dem fast einfach gefiederten Jugendzustand des A. lobatum, bleibt aber auf diesem Stadium stehen und fructifiziert.

Athyrium Filix femina v. dentatum und v. multidentatum sind ebensogut sehr spärlich entwickelte und sehr luxuriante Individuen des Typus, als Varietäten, welche hie und da annähernd stabil werden.

Varietät und Standort.

Der Einfluss der klimatischen und Standortsbedingungen auf die Varietäten ist in gewissen Fällen deutlich nachzuweisen, zwar nicht in den Einzelheiten der Gestaltung, aber doch in der allgemeinen Richtung.

Ein Standort im Basler Jura ist instructiv für die Modificationen, welche unsere Farne in Folge der Veränderung in den Waldbeständen erleiden.

Ein kleines Seitenthal in der N.-Seite des Ergolzthales bei Liestal war früher mit Buchenhochwald bestanden, an dessen gelichteten Rändern grosse Schattenformen von Aspidium Filix mas: v. deorsolobatum mit lusus Heleopteris u. erosum, Athyrium Filix femina v. multidentatum reichlich wuchsen.

Vor 4 Jahren wurde die eine Seite des Thalhintergrundes stark abgepläntert und zum Teil kahl geschlagen. Heuer (1899) bot nun der Farnbestand eine ganz andere Facies dar als früher: immer noch waren einzeln die grossen Farne zu finden, aber da, wo die Stöcke dem vollen Licht ausgesetzt waren, boten sich ganz andere Varietäten dar, die deutlich den Einfluss vermehrter Trockenheit und Insolation zeigten:

Athyr. Filix femina zeigte in grosser Menge die kleine, und dabei reichlich fructifizierende var. dentatum in Uebergängen durch fissidens zu multidentatum, und — was früher hier durchaus fehlte — überall auch reichlich die v. Rhaeticum. Dass diese schmale, eingerollte und abwärts gerichtete Form nichts anderes ist als das Produkt starker Insolation, zeigte sich deutlich daran, dass sie an allen genannten Varietäten sich erst im Lauf des spätern Sommers entwickelte, während die Blätter des Frühsommers an denselben Stöcken die normale flache Gestaltung zeigten.

Manche Stellen der Lichtung sind mit dichten, weit ausgreifenden Brombeergebüschen von Meterhöhe bedeckt. In diesem Dickicht stehen Gruppen von A. Filix femina v. latipes Moore. Diese seltene Varietät bietet einen sehr auffallenden Kontrast mit den übrigen Formen, indem das ziemlich kurze Blatt breit oval, mit breiter Basis, von einem langen nackten Stiel getragen, sich in herablaufende unregelmässige, bogig und schlauderig gezahnte Fiederchen teilt, die sehr reichlich fructifizieren. Uebergänge zur v. multidentata (v. sublatipes Luerss.) sind vorhanden.

Ganz analog variiert nun an gleicher Stelle Asp. Filix mas. Einmal wird die Pflanze kleiner und zeigt, statt der Schattenform mit seitlich gezahnten Abschnitten der Fiedern, eine Hinneigung zu der mehr südlichen var. subintegrum Milde: seitlich fast ganzrandige Abschnitte. Dann aber bildete sich eine von Moore schon beschriebene, dem Athyr. F. fem. v. latipes durchaus gleichberechtigte var. latipes. Die Pflanze bleibt

klein, das Blatt, auf langem sehr derben Stiel ist breit oval deltoid, am Grunde kaum verschmälert, die Fiedern sind unregelmässig geschweift gelappt, die Lappen tief gezahnt und aus breiter Basis zugespitzt, die Sori befinden sich spärlich im Gipfel des Blattes.

Bei beiden Formen: dem Athyrium und dem Asp. Filix mas v. latipes, ist die Spitze des Blattes monströs kraus und unregelmässig zerschlissen. Es ist, als ob der kombinierte Reiz der schattenlosen Lage und der steten Berührung mit der lockern Brombeerschicht diese bizarren Varietäten hervorgebracht hätte.

Von nicht zu unterschätzendem Interesse ist auch die Thatsache, dass die von Luerssen in Bibl. Botan. Heft 28 Tab. 20 bis 23 als teratologische Frostform N 8 und N 8. 2 beobachtete Abänderung des Aspidium Filix mas in unsern Alpen ohne jedes Anzeichen von Verstümmelung der Axe durch Frost und in einiger Verbreitung auftritt: unsere var. attenuatum, sodass wir diese var. als eine teratogene, aus einer Frostform stabil gewordene werden auffassen dürfen.

Subspecies in geographischer Beziehung.

Die Abänderungen der Typen, die wir als Subspecies betrachten, zeigen, wie bereits erwähnt, in den meisten Fällen Areale, deren Grenzen, seien es horizontale oder vertikale, mit denen des Typus nicht zusammen fallen (Wettstein, Grundzüge der geographisch-morphologischen Methode der Pflanzensystematik, Jena 1898.), und ihre Merkmale lassen auch teilweise die Anpassung an veränderte klimatische Bedingungen erkennen.

Dahin gehört die Subspecies Polypodium serratum des P. vulgare und die Subspecies Asplenium Onopteris des A. Adiantum nigrum. Die Typen gehören der mitteleuropäischen Buchenzone an; die Subspecies sind mediterrane Pflanzen, die sich von ihrer südlichen Heimat bis in unsere wärmsten Südthäler erstrecken.

Beim Asplenium zeigt sich die Anpassung an eine vermehrte Trockenheit durch die derb lederige Textur der Spreite, beim Polypodium dadurch, dass die Blätter sich während des Winters entfalten und fructifizieren, und den Sommer über abwelken: also durch die echt südliche Erscheinung des Sommerschlafs.

Bei dem Asp. spinulosum und dilatatum, von dem das eine als Subspecies des andern allgemein betrachtet wird, trifft das Wettstein'sche Gesetz der räumlichen gegenseitigen Ausschliessung in weit schwächerm Masse zu:

Das Areal ist in der Hauptausdehnung dasselbe: aber A. spinulosum geht nicht so weit nach Süden und Norden als A. dilatatum, und letzteres bevorzugt die höhern Waldgebirge, in die A. spinulosum weniger

hinaufsteigt. Es ist vielleicht der Beginn eines Entwicklungsprozesses, der mit einer stärkern Ausschliessung und zugleich einer schärfern Abgrenzung beider Formen endigt: denn heute sind in der That die morphologischen Merkmale beider noch sehr fliessende.

Jedenfalls mahnen räumlich so wenig geschiedene Subspecies, wie diese Aspidien, zur Vorsicht gegen eine absolute Verallgemeinerung des Satzes von der räumlichen Ausschliessung. Wie bei den Phanerogamen, so sind auch bei den Farnen die Merkmale der Varietäten oft in erstaunlichem Grade unabhängig von den Einflüssen der Aussenwelt.

Nicht in Betreff des Areals im Ganzen, sondern bloss in Betreff des mineralogischen Substrats innerhalb desselben Gesamtareals verhalten sich verschieden Aspidium (Phegopteris) Dryopteris und Robertianum, und zwar so, dass erstere Art auf allen Gesteinarten, Robertianum nur auf Kalk und selten auf — jedenfalls kalkhaltigen — Sandsteinen vorkommt, während das Gesamtareal beider Arten ungefähr dasselbe ist, mit der leichten Modification, dass Dryopteris mehr Schattenpflanze ist und in nördlichere Lagen hinaufgeht. Die Merkmale beider Pflanzen stehen sich so nahe, dass Z. b. Aschers. 21, 22 sie als Glieder einer Gesamtart auffasst.

Ob auch hier ein fortschreitender Differenzierungsprozess im Gang ist, scheint viel weniger wahrscheinlich als bei den vorhin genannten Aspidien, eben weil die eine der parallelen Arten sich auf einem speziellen Substrat eingerichtet hat. Im Ganzen tritt bei A. Dryopteris und Robertianum die Hypothese von Species und Subspecies nicht in den Vordergrund, weil die räumlich sehr ähnlichen Beziehungen nicht den Schluss der Ableitung einer jüngern Form aus einem ältern Typus nahe legen.

Cystopteris regia ist eine Subspecies von C. fragilis, welche sich durchaus als Alpenpflanze gegenüber dem Typus verhält. Die morphologischen Unterschiede sind ebenso fliessend, wie bei Aspidium spinulosum und dilatatum.

Athyrium alpestre steht dem A. Filix femina weit selbständiger gegenüber. Zwar ist es Bewohner der untern Alpenregion, in deren untern Gürtel freilich A. Filix femina es begleitet: seine Merkmale jedoch sind, trotzdem sie wenig in die Augen fallen, so durchgreifende, dass mir auch hier der Begriff der Gesamtart nicht sehr nahe liegt

Ganz gleich verhält es sich mit den Woodsien. Die eine, W. ilvensis, ist um eine Stufe weniger alpin als W. alpina. Die Unterschiede sind aber sehr prägnant, und nur wegen der Kleinheit der Pflanzen weniger beachtet.

Auch die Konstruktion der Aculeatumgruppe von Aspidium bei Aschers. 37 bis 40 ist hypothetisch. Die Auffassung von A. aculeatum Sm. (angulare Willd.) und von A. lobatum als Unterarten einer idealen

Stammart ist an sich plausibel, denn die Merkmale sind zum Teil subtile, und die Areale decken sich in Europa durchaus nicht: A. lobatum ist eine verbreitete Pflanze der Buchen- bis in die Tannenregion, A. aculeatum (angulare) eine solche des milden Westrandes und Südens, also eine räumlich viel beschränktere. Immerhin muss ich beifügen, dass die «Uebergänge», von denen Luerssen redet, und die ich möglichst genau untersucht habe, auf hybride hinauszulaufen scheinen.

Die Betrachtung der Areale giebt uns keinen Aufschluss darüber, ob Aspidium lobatum eine aus A. aculeatum entstandene Subspecies sei oder umgekehrt. In Europa zwar ist A. lobatum allgemeiner verbreitet, und die Area des A. aculeatum erscheint als eine mediterrane und atlantische Subspecies. Allein bereits das Vorkommen des letztern in den Kaukasusländern, und vollends dessen geradezu kosmopolitische Verbreitung, ziemlich parallel mit jener von A. lobatum durch die Tropen und über sie hinaus schliesst den Gedanken eines so direkten genetischen Zusammenhangs aus.

A. Braunii als Parallele der Stammart von A. lobatum und angulare zusammenzufassen, ist eine rein theoretische Abstraktion, hat aber Manches für sich. Die Merkmale sind nicht nur morphologisch, sondern biologisch scharf getrennte, und das Vorkommen des A. Braunii von Norwegen und Moskau bis nach Grasse in der Provence, ja von den Sandwichs-Inseln nach Japan und bis N. O. Amerika ein so disjunctes, dass daraus auch für den überzeugtesten Anhänger der Wettstein'schen Theorie nichts zu folgern ist.

Innerhalb Asplenium viride scheint sich deutlich eine alpine Varietät hervorzuheben, die eine spätere Zeit wohl als Subspecies annehmen wird.

Was die gegenseitige Ausschliessung der Areale der typischen Art und der Subspecies betrifft, so hat man sich zu hüten vor allzu scharfer Fassung dieses Satzes, dessen Gültigkeit doch nur eine relative ist, indem sich mannigfache Grade der Abstufung in der Ausschliessung zeigen. So geht J. Klinge (Zur geograph. Verbreitung und Entstehung der Dactylorchis-Arten in Act. hort. Petropolit. 17. 2. N. 7. 51) etwas weit, wenn er annimmt, die Subspecies derselben Art seien weniger imstande, mit einander Bastarde zu erzeugen, weil sie sich gegenseitig räumlich ausschliessen. Die Entstehung der Subspecies aus dem Typus bringt es ja mit sich, dass eine mehr oder weniger breite Berührungsfläche stattfindet, innerhalb der die Differenzierung der Subspecies vor sich gieng, und dass daher auch vielfach heute noch in einem mehr oder weniger breiten Grenzgebiet ein Nebeneinanderwohnen stattfindet.

Bei unsern Farnen ist P. vulgare serratum nördlich der Alpen in ausgeprägter Gestalt nicht vorhanden: wir treffen es erst in Unterwallis

und der insubrischen Seezone, und von da an in der Küstenregion des Mittelmeeres und im milden atlantischen Westen Europa's. Aber wenn die Subspecies die klimatische Grenze nicht überspringt, so ist dies ziemlich allgemein mit dem nördlichen Typus des P. vulgare der Fall, der sehr tief in den Süden hinabgeht und reichlich mit dem P. serratum an denselben Standorten zusammentrifft: so gerade an den schweizerischen Lokalitäten des serratum, wo oft nur das verschiedene Entwicklungsstadium der Blätter ein Kriterium zwischen dem echten serratum und grossen Formen des vulgare attenuatum abgiebt. Dasselbe Nebeneinanderwohnen des Typus mit der südlichen Subspecies bezeugt E. Burnat in litt. in der Küstenregion der Alpes Maritimes.

Erst in Madeira tritt der Typus als seltene Bergpflanze der Gipfel gegenüber dem überall gemeinen serratum der untern Region auf. Auf den Canar. Inseln sah ich den nördlichen Typus überhaupt nie, so wenig als in der Strandregion von Sorrent und auf Capri.

Beim Asplenium Adiantum nigrum ist die südliche Subspecies Onopteris noch mehr beschränkt auf die wärmsten Punkte unserer Südalpen und von da durch die Mittelmeer- und die atlantische Küstenregion. Aber der nördliche Typus dringt herab bis Sestri ponente im ligurischen Littoral (Herb Genua) und auf die Ponza-Inseln nördlich vom Golf von Neapel (Bolle), und erst auf den atlantischen Inseln und im Atlas von Blidah scheint Onopteris ausschliesslich vorzukommen.

Hybridation und hybridogene Species.

Die Hybridation spielt bei unsern Farnen im Verhältnis zu den Phanerogamen eine sehr grosse Rolle. Nicht weniger als 14 Bastarde sind überhaupt unter den in der Schweiz vorkommenden Arten beobachtet, nämlich:

Asplenium Ruta muraria × Adiantum nigrum.
» Ruta muraria × septentrionale.
* » fontanum × viride.
» Trichomanes × septentrionale in 4 Stufen, von denen eine zur Species sich fixiert hat: A. Germanicum, und die übrigen Tripelbastarde:
Germanicum × Trichomanes und
Germanicum × septentrionale sind.
* » Trichomanes × Adiantum nigrum (dolosum).
» Trichomanes × Ruta muraria.
Aspidium lobatum × Lonchitis in 3 Stufen.
» lobatum × aculeatum.
» lobatum × Braunii.
* » Braunii × aculeatum.

Aspidium Filix mas × spinulosum.
» Filix mas × dilatatum.
» spinulosum × cristatum.
Cystopteris fragilis × montana.

Von diesen 14 Bastarden ist der erste nicht über alle Zweifel erhaben, allein 13 sind als sicher zu betrachten. Dagegen sind die mit * versehenen noch nicht in unserm Gebiet beobachtet.

Dabei zeigt sich das Genus Asplenium am aktivsten: A. Ruta muraria und A. Trichomanes sind jedes bei 3, A. septentrionale und A. Adiantum nigrum jedes bei 2 Hybriden beteiligt. Besonders merkwürdig ist, dass eine so energisch, fast monotypisch verschiedene Art wie A. septentrionale mit 2 unter sich wieder so sehr verschiedenen Arten wie A. Ruta muraria und A. Trichomanes Bastarde bildet. Und wiederum fällt es auf, wie A. Trichomanes mit A. viride keine Bastarde erzielt; eine Bestärkung der Ansicht, dass die innere Verwandtschaft dieser physiognomisch ähnlichen Arten keine nahe ist.

In engern Grenzen hält sich die Hybridation bei den Aspidien und bewegt sich nur unter den nächst verwandten Arten.

Im Grade der Entwicklung ragen Aspidium lobatum × Braunii und A. lobatum × aculeatum durch luxuriante Grösse hervor, während Asplenium dolosum eher als Kümmerform zu bezeichnen ist.

Von diesen Hybriden sind die meisten seltene Erscheinungen. Nur Aspidium lobatum × Lonchitis scheint durch die obere Waldregion, wo beide Eltern zusammentreffen, in der ganzen Schweiz vom südlichen Jura bis Graubünden ein gar nicht ungewöhnliches Vorkommnis; alsdann aber hat A. Germanicum, ein sicher hybrides Produkt von A. septentrionale und Trichomanes, durchaus, nach Vorkommen und Merkmalen, die Stellung einer hybridogenen Species erlangt, die ihrerseits wieder Hybride mit den einstigen Stammarten hervorbringt.

Von einem heute zufällig entstehenden Bastard unterscheidet sich A. Germanicum durch sein sehr zahlreiches Vorkommen in einem bestimmten Areal, das mit den Arealen der Stammarten sich nicht deckt. Während diese letztern den Norden und die mittlere Zone Europa's bis in die südlichsten Gebirge und die Subpolargegend, ebenso einige Distrikte N.-Amerika's vereint bewohnen, benimmt sich A. Germanicum bei uns ähnlich einer insubrisch-südalpinen Pflanze: in Tessin und überhaupt in südlichen Alpenlagen ist sie allgemein, im Wallis ziemlich verbreitet, und auf der Nordseite der Alpen fast fehlend. Sie erscheint wieder in Mittel-Frankreich und den Pyrenäen, sowie in den mitteldeutschen Gebirgen in milden und feuchten Lagen: im übrigen fehlt sie (einzelne übergreifende Punkte des geschilderten Areals ausgenommen) im Gesamtareal der Eltern.

Ferner ist sie in ihrer morphologischen Erscheinung ganz fixiert. Sie zeigt keinerlei Schwanken der Merkmale, keine mehr zur einen oder zur andern Stammart hinneigenden Individuen, auch nicht die unvermittelte Juxtaposition der Merkmale beider Eltern, die so häufig bei Bastarden (und auch bei Farnhybriden: so bei den lobatum- und aculeatum-Hybriden) wahrzunehmen ist: es ist mit einem Wort eine feste Art geworden, die sich jedenfalls auch wie eine solche fortpflanzt, weil sie sonst unmöglich diese starke Verbreitung hätte erreichen können, und die wiederum mit den 2 Stammarten Hybriden zweiter Ordnung bildet.

Diese Erscheinung hybridogener Arten findet bekanntlich ihre Analogien in den Phanerogamen, wo sehr wahrscheinlich mehrere Rosen (R. alba L. R. centifolia L. R. trachyptylla Rau), Alchemillen (A. splendens Christ) und Potentillen (P. procumbens Sibth.) keines andern Ursprungs sind.

Die übrigen von Ascherson als Trichomanes × septentrionale-Bastarde bezeichneten Formen lehnen sich so innig an A. Germanicum an und sind auch in ihrem Vorkommen so sehr an dasselbe gebunden, dass sie von ihren Findern sofort als Bastarde dieser hybridogenen Art, also als Tripelbastarde angesprochen wurden und mir auch als solche gelten, worin ich übrigens auch mit Ascherson mich nicht im Widerspruch befinde.

Auswahl und Einfluss der Standorte. Anpassungen.

In Bezug auf ihre Standorte muss man im Auge behalten, dass die Farne von Hause aus tropische Waldbewohner, hygrophile Humus- und Schattengewächse eines frostfreien Klimas sind, und dass auch die, unserm extremen Klima angepassten Formen immer noch die, wenn auch räumlich noch so beschränkten, localen Klimate aufsuchen, welche jene Existenzbedingungen in möglichst erreichbarem Grade bieten. Es ist zu wenig bekannt, wie sehr so viele Organismen sich vor der Winter- und Sommertemperatur, vor der Austrocknung durch Kälte und Hitze und deren tötlichen Folgen dadurch schützen, dass sie diejenigen Nischen, Spalten oder waldgeschützten Stellen bewohnen, wo ihnen der allgemeine Zustand der Atmosphäre nicht beikommt, wo sie das milde, locale Klima umgiebt. So ist auch im grossen und ganzen der Standort unserer Farne entweder der beschattete Waldboden oder ganz spezielle, überhöhte, vertiefte Stellen, wo der Humus sicht feucht hält, und wo die Insolation nicht ihre volle Gewalt ausübt. Diese strenge Auswahl geeigneter Standorte macht allein die Erscheinung begreiflich, dass manche Farne durch alle Tropen bis in die kältern Länder beider Halbkugeln so verbreitet sind. So verschieden das allgemeine Klima dieser weltweiten Areale ist, so übereinstimmend sind die physikalischen Verhältnisse der einzelnen Standorte.

So kommt es, dass Aspidium Filix mas, A. aculeatum und lobatum, auch Athyrium Filix femina in Wäldern, Asplenium Trichomanes an schattigen Felsen so zu sagen kosmopolitische Pflanzen aller Weltteile werden konnten.

In der That tragen unsere Waldfarne durchaus den Habitus der tropischen. Grössere Dimensionen als die unserer Arten bilden im äquatorialen Walde vielleicht die Regel, aber was Aufbau, zarte Textur, reiche Zerteilung des Laubes betrifft, so ist kein durchgreifender Unterschied vorhanden. Schon Fée bemerkt in seiner Betrachtung der Farne S.-Brasiliens, wie sehr dieselben in ihrer grossen Mehrzahl im Habitus den unsrigen gleichen. Das teleologische Motiv zur starken, doppelten bis mehrfachen Zerteilung des Farnblattes ist bei den im Waldschutz stehenden Arten wohl kaum in einer Schutzvorrichtung gegen zu starken Regenfall zu finden, eher nur in der Verminderung des Gewichts einer so grossen Spreite im Verhältnis zu einer eher schwachen Spindel. Mag dem sein, wie ihm wolle, so ist ein solches Blatt in unserer Flora eine entschieden tropische Note, die nur durch die ganz besondern Standorte der Farne möglich ist.

So kommt es aber auch, dass unsere vom Wald entblösste Zone des Weinbaues, namentlich in der Tiefe des Wallis, fast ebenso aber auch die trockene Region des ausschliesslichen Lärchenwaldes im O.-Wallis so auffallend arm sind an Farnvegetation, wenn auch das Vorkommen einiger südlicher, xerophiler Felsen- und Mauerfarne die Flora unserer wärmsten Thäler bereichert.

Auch die mineralogische Unterlage spielt hier eine Rolle. Im Jura, der vorwiegend aus hellen und kompakten Kalkschichten besteht und daher sehr trocken ist, herrscht grosse Dürftigkeit der Farnvegetation im Vergleich zu den umliegenden Vorgebirgen des Schwarzwaldes und der Vogesen, und auch zu unsern Kalkalpen. Erst in den subalpinen Höhen gleichen die stark vermehrten Niederschläge diesen Unterschied aus.

Privilegiert ist das insubrische Gebiet, dem bis an die Seen hinab und durch das ganze Rebgelände hindurch vermöge seiner ausgiebigen Regenmenge und Luftfeuchtigkeit der Schmuck einer reichen Farnbekleidung an allen Mauern, selbst Strassenmauern, nirgends mangelt. Hier z B., von Locarno nach Brissago, oder von Paradiso nach Morcote, hüllt eine dichte Farndecke Mauern und Felsen ein, und selbst grosse Formen: Aspidien, Scolopendrium, Athyrium, ja selbst Osmunda! werden hier zu Mauerpflanzen. Und wenn auch zeitweilig die Sonne die Blätter etwas mitnimmt, so bleibt doch der Stock, der seine Wurzeln in's stets feuchte « Hinterland » der Mauer treibt, völlig unbeschädigt.

Wie congenial unser Südabhang der Alpen den Farnen ist, indem sich hier das Maximum der Niederschläge mit äusserst günstigem, man-

nigfaltigem Substrat verbindet, zeigt auch die besonders luxuriante Entwicklung im Einzelnen. Nirgends erreichen unsere Farne so mächtige Dimensionen (z. B. Blechnum Spicant, Scolopendrium, Osmunda), nirgends auch giebt es so viele Varietäten, besonders in monströser Richtung, und so viele Bastarde als hier. Ich erinnere an die bizarren Gestaltungen, in denen in Tessin z. B. Asplenium Trichomanes und Scolopendrium in Menge auftreten, und an die Hybriden der Asplenien Trichomanes, septentrionale, Germanicum, Ruta muraria und Adiantum nigrum, die hier auf kleinem Gebiet gefunden werden.

Die Gruppe echt xerophiler Farne, die schon im Mittelmeerbecken ansehnlich ist, bleibt bei uns auf wenige Eindringlinge aus dieser Region beschränkt. Wesentlich ist es blos Ceterach, der aber den Xerophyten in voller Ausprägung darstellt. Er ist bekanntlich ein rosettenartig wachsender Mauer-, seltener Felsenfarn, dessen zungenförmige, tief eingekerbte, dick- aber schlafflederige Blätter auf Unterseite und Rand mit einem dachziegelig anschliessenden Belag von trockenen Spreuschuppen: dem besten dankbaren Isolator gegen Verdunstung, geschützt sind. Unter dem Einfluss der Insolation rollt er die Blätter bogig einwärts und die Spreite schliesst sich zugleich einwärts, sodass die grüne Oberseite völlig verborgen ist. Bei Regen legt sich dann die Rosette wieder flach, die Blätter öffnen sich und die Pflanze sammelt für die nächste Trockenzeit.

Ganz ebenso geschützt ist auch die, uns nur im südlichen Tessin streifende Notholaena, indess die Cheilanthes der nahen italienischen Thäler durch drahtartig harte Stiele und zwar zarte, aber sich völlig einrollende kleine Blattabschnitte sich verteidigt.

Einige echte Felsenfarne finden sich in unserer Alpenregion, wo sie von der über dieser ganzen Zone ruhenden Nebelschicht und ihren Niederschlägen feucht genug erhalten werden. Dahin der Allosorus, eine wahre Geröllpflanze des groben Steingetrümmers im Urgebirg, ebenso Aspidium rigidum, eine Schrattenpflanze des Kalkgebirges und seiner Karrenfelder, und Cystopteris regia.

Ein merkwürdiger Farn ist hier noch speziell zu erwähnen, weil er durchaus die Organisation eines hochtropischen Epiphyten trägt: der einzige eines nach Hunderten von Arten zählenden tropischen Genus, der sich in Europa an so verschiedene Verhältnisse angepasst hat, ohne im mindesten seine tropische Ausstattung daran zu geben. Es ist Polypodium vulgare. Gleich einer Davallia hat er ein wagerecht kriechendes, fleischiges, schuppengeschütztes, dorsiventrales Rhizom, das nicht in die Erde eingesenkt ist, sondern an der Oberfläche kriecht, indess die Oberseite frei ist und die reihenweise wachsenden Blattstiele trägt. Selbst die Artikulation des Blattstiels an der Basis, damit der Epiphyt

während der Trockenzeit zwischen den Monsunen das Blatt abwerfe und das Rhizom sich so vor Erschöpfung bewahre, ist dem Polypodium geblieben. Aber all' diese Ausrüstung ist ihm bei uns scheinbar kaum nötig, denn er lebt wie unsere andern Farne in der Regel nicht epiphytisch. Ich sage in der Regel, denn hie und da sieht man ihn auch (z. B. Haardt bei Basel einst!) in der Gabel alter Bäume; ein echt äquatoriales Bild und eine Reminiszenz.

Unsere gewöhnliche Polypodiumform entfaltet sich im Frühling und bringt im Spätsommer ihre Sori zur Reife, um dann noch meist in den Winter hinein auszudauern.

Eine andere Oekonomie befolgt ihre Subspecies P. serratum, welche dem regenlosen Sommer der Mittelmeerregion Stand zu halten hat. Sie entfaltet sich im Herbst und gegen den Winter zur Zeit, wo die Regen einsetzen, und reift den Winter hindurch ihre Sori, sodass die Pflanze im ersten Frühling in voller Reife dasteht. Gegen den Sommer hin vergilben die Blätter und fallen durch Abgliederung an der Basis ab: das Rhizom ruht, um im Herbst wieder zu treiben.

Sehr schön konnte ich diese biologischen Charaktere im Okt. 1899 am Lago di Lugano verfolgen. In der Kastanienregion des Malcantone stand reichlich an den trockenen Granitmauern das gemeine P. vulgare in mehreren Varietäten mit rotbraunen überreifen Sori auf der Höhe der Entwicklung oder darüber hinaus.

In Val Solda in den wärmsten Lagen auf dem weissen Dolomit ob S. Mamette standen zu gleicher Epoche, einen Tag später, Reihen von P. serratum eben entwickelt, mit zartem Laube, die Sori erst als dunkle Punkte angelegt, von Sporangien eben erst eine Spur. Ein Jahr vorher hatte ich im Mai das P. serratum an der Seestrasse von Ascona nach Brissago in reifster Entfaltung mit rotgelben Sori gesehen.

Prof. O. Wolf sandte mir aus dem Unterwallis im Herbst 1899 eine Ernte von Polypodien, wo bekanntlich sich P. serratum mit sehr grossen Formen des P. vulgare räumlich nahe beisammen finde. Diese letztern waren so gross (v. attenuatum), dass sie in Gestalt und Grösse nur mit Mühe vom serratum zu unterscheiden waren. Aber deutlich zeigte sich der Unterschied an der Entwicklung der Sori: serratum hatte sie erst in punktförmiger Anlage, bei vulgare attenuatum waren sie gross und entwickelt.

Das zarteste unserer schweizerischen Farnkräuter ist das Adiantum Capillus Veneris, dessen Fiederchen an haardünnen Stielchen schweben, und ein sehr dünnes Parenchym zeigen. Die Anpassung an den Sprühregen kleiner Quellen, an denen es sich fast ausschliesslich findet, zeigt sich in der stark zerteilten Spreite, deren Abschnitte auf elastischen Stielchen isoliert sind, sodass auch schwere Tropfen nur den durch sie

getroffenen Abschnitt, nicht das ganze Blatt erschüttern, und durch die, wenn auch sehr schwache, Bereifung der Laubflächen mit Wachsteilen, die das Benetzen hindern. Die Auswahl der Standorte einer so frostscheuen Pflanze ist eine äusserst strenge: auch im Tessin und in Savoyen sind es stets kleine, überhöhte Schluchten oder schattige Mauernischen. Nördlich der Alpen ist der eine Standort: die Schlucht bei Conflans, völlig eingeschlossen: ein Cañon, in den weder Wind noch Kälte dringt, und der am See von Neuchâtel besteht in mehreren niedrigen, ziemlich flachen, nach dem See offenen Grotten, deren Gewölbe überhängt, und die so die volle Feuchtigkeit und Wärme der Wassermasse im Verein mit einer Lage nach S. O. bieten. Ob diese kleinen natürlichen «Kalthäuser» seit der merklichen Erniedrigung des Seespiegels, die infolge der Juragewässerkorrektion eintrat, immer noch dem Adiantum genügenden Schutz bieten, oder ob es dieser Veränderung zum Opfer fiel, ist mir unbekannt, steht aber jedenfalls zu befürchten.

An die äusserste Grenze ihrer Existenzberechtigung tritt diese Art im subalpinen Bergkessel von Bormio, wo bei ca. 1500 M. über Meer die klimatische Grenze längst überschritten ist, wo aber die beständig durchwärmten Tuffe der mächtigen Thermen der Bagni vecchi eine Kolonie der Pflanze unterhalten, ähnlich wie etwa die Thermen auf Ischia einem Cyperus, und die warme Quelle Pecze bei Grosswardein der Nymphæa thermalis Unterkunft bieten. Das Adiantum wächst daselbst in dichtem, rasenartigem Wurzelgeflecht in den Mauerwinkeln der Gebäude, welche die Quelle einschliessen, und an den Leitungen selbst, und zwar in einer ungewöhnlichen Form, von nur 3 bis 5 cm. Höhe, mit sehr verkürzten, wenig geteilten Stielen, aber fertilen Fiederchen. Diese Zwergform bildet einen grünen, dichten Anflug an den geschilderten Stellen, und nur ausnahmsweise erheben sich an besonders geeigneten Stellen normale Blätter, die immerhin weit hinter den Dimensionen zurückbleiben, welche die Pflanze im Tieflande erreicht.

Eine besondere Stellung nimmt das kosmopolitische Pteridium ein, das in beträchtlichem Grade xerophil und zugleich Sandpflanze ist: bei uns namentlich der Waldblössen, wo es zuweilen imposante Gruppen bildet. Sein horizontales, dicht behaartes, viel verzweigtes Rhizom kriecht mit wunderbarer Energie zentrifugal in die Weite, seine harten elastischen Stiele tragen das Blatt um so höher, je kieselreicher der Boden ist, und wenn die Sonne auch das lederige Parenchym bleicht, so verliert dieser übrigens ebenfalls echt tropische Farn dadurch nichts von seiner Lebenskraft.

Von eigentlichen Sumpfpflanzen, deren Rhizom im Wasser leben will, haben wir unter unsern Farnen nur Aspidium Thelypteris, unter den Hydropterides Marsilea und Pilularia.

Schwimmpflanze ohne Befestigung ist allein die uns benachbarte Salvinia.

Aspidium cristatum und Osmunda stehen mehr in der Nähe des Wassers, ersteres besonders gern an alten Wurzeln der Erlen im torfigen Humus.

Keine Humus-, sondern Lehmpflanze und Pflanze des mineralischen Bodens ist Ophioglossum und meist auch Botrychium Lunaria: unter unsern Farnen stehen sie in dieser Beziehung allein.

Hervorzuheben ist noch die spezielle Anpassung der Farne in freiem Stande.

Die unbeschatteten oder höchstens im Phragmitetum stehenden Sumpffarne Aspidium Thelypteris und A. cristatum schützen sich gegen die Insolation: ersteres durch Einrollen der Abschnitte, letzteres durch halbe Drehung der Stielchen der Fiedern, sodass sie senkrecht stehen, mit der untern Seite nach aussen. Unsere wenigen übrigen alpinen Farne zeigen, ausser in den kleinen Dimensionen, jene besondern Anpassungserscheinungen nicht, wie sie so viele Phanerogamen besitzen. Woodsia ilvensis, welche tiefere Standorte bevorzugt als W. alpina und glabella, ist sogar etwas stärker beschuppt als diese. Einzig Cystopteris regia v. alpina hat stark verschmälerte Abschnitte, die auf möglichste Verminderung der exponierten Teile hindeuten.

Aehnlich schützt sich auch an seinen unbeschützten alpinen Standorten Aspidium rigidum, indem es die Fiedern schief nach oben richtet.

Die durch Insolation bewirkten, im Falten der Fiedern und Fiederchen bestehenden Lusus bei Athyrium, Aspidium dilatatum, und ähnliche Erscheinungen bei Asplenium fontanum und viride und Cystopteris fragilis werden im speziellen Teil erwähnt werden.

Laubdauer.

In Bezug auf die Laubdauer giebt es, selbst unter den wenigen Farnen unserer Flora, verschiedene Stufen.

Die Waldfarne beginnen im Frühling gleichzeitig mit dem Laub der Bäume sich zu entfalten, und ziehen ein mit dem Laubfall. Wo aber ein spezieller Schutz in Schluchten oder Höhlungen vorhanden ist, da halten sich auch die zarten Arten oft tief in den Winter hinein.

Fast wintergrün sind Polypodium vulgare und Scolopendrium, obschon letzteres von zarter und schlaffer, wenn auch etwas dicker Textur ist. Ganz wintergrün ist Aspidium lobatum, das, obwohl entschieden Schattenpflanze des Waldes, die straff lederige Textur, die stechend grannige Zahnung und die polierte Oberfläche einer xerophilen Pflanze hat und lebhaft an Ilex und Ruscus erinnert.

A. Braunii ist nur sommergrün: Anf. Juni waren bei Engelberg von den vorjährigen Blättern nur gebräunte und vertrocknete Leichname zu sehen!

A. aculeatum der atlantisch-insubrischen Region nimmt eine Mittelstellung ein. Im Mai sind bei Locarno und ebenso bei Baden-Baden! noch genug grüne, wenn schon im Beginn des Zerfalls befindliche Blätter zu finden, neben noch mehr bereits vergilbten.

Sehr entschieden wintergrün ist das alpine, auffallend dickblätterige A. Lonchitis. Ich sah im Juni auf der Trübseealp bei Engelberg dicht am schmelzenden Schnee die Büsche desselben, zwar platt gedrückt von der soeben gewichenen Schneelast, aber die Blätter strotzend und glänzend, ohne ein Zeichen von Alter, und weiter unten, wo sie schon länger frei standen, richteten sie sich auch wieder auf.

Asplenium Adiantum nigrum und A. fontanum sind wenigstens halb wintergrün, doch sind im Mai die alten Blätter schon bedeutend gewelkt. Die kleinen Asplenien fristen im Schutz von Mauern alle auch den Winter über das Dasein ihrer Blätter.

Entwicklungsgrade der Fortpflanzungsorgane.

In der Entwicklung der Sporangiengruppen sind alle unsere Arten sehr thätig, keine zögert damit, wie dies einige tropische Gruppen thun, z. B. Elaphoglossum, wo fertile Blätter oft geradezu Seltenheiten sind, und manche Baumfarne, wo man oft lange und vergeblich in ganzen Beständen nach einem fertilen Stamm oder Blatt zu suchen hat. Unfehlbar «fruktifizierend» sind die Botrychien, wo kaum je ein, auch noch so verkümmertes Blatt ohne sporangientragenden Teil sich entwickelt, nahezu auch unser Ophioglossum. Nur die grosse Struthiopteris braucht manche Jahre, bis sich aus dem Zentrum des Blatttrichters die «Fruchtkolben» entwickeln; die Vermehrung durch Ausläufer scheint bei ihr wohl die durch Prothallien-Bildung zu überwiegen. Auch Osmunda bildet erst bei einiger Stärke der Pflanze die Sporangienrispe aus.

Sobald sich luxuriante oder gar monströse Ausbildung des Blattes zeigt, leidet in gleichem Grade die Ausbildung der Sporangiengruppen. Der prachtvolle Lusus Vaccarii des Adiantum zeigt nur sehr rudimentäre Sori, Aspidium Filix mas Heleopteris und latipes bilden deren nur wenige und schlecht entwickelte in der Blattspitze aus. Dagegen sind auch die monströsesten Athyriumformen meist noch stark mit Sori versehen.

Ich verdanke Hrn. Osswald vom Harz Ex. des Polypodium vulgare, bei dem die Sori stark an den Rand vorgeschoben und mehrere völlig auf die Oberseite gerückt sind: ein in der Schweiz noch nicht beobachtetes Vorkommnis.

Einfluss der Gesteinsart.

Zur mineralogisch-chemischen Beschaffenheit des Untergrundes verhalten sich die meisten Farne indifferent, weil sie im reinen Waldhumus leben, der vom Substrat wenig oder nicht beeinflusst ist. Darum kommen in unserm hohen Jura Farne vor, die man sonst vorwiegend auf dem kalkfreien Schwarzwald findet: Athyrium alpestre, Aspidium montanum, Phegopteris, Blechnum, und die auf dem trockenen niedrigen Jura fehlen.

Aber es giebt auch bei uns gewisse Arten, die nicht auf Kalk, und solche, die nicht anders als auf Kalk wachsen. Es sind fast durchweg Felsenpflanzen, die mit der Unterlage in direktem Contakt stehen.

1. Kalkfarne sind Asplenium fontanum, Aspidium Robertianum, A. rigidum und Cystopteris montana. Ersteres ist kaum anders als auf Kalk, die übrigen jedenfalls nur selten anderswo gefunden. Das bisher meist für A. fontanum gehaltene Asplenium des zentralfranzöschen Granitgebirgs ist eine wesentlich abweichende Subspecies: A. Foresiacum Le Grand. Asplenium viride und Scolopendrium herrschen jedenfalls auf Kalk vor.

Sehr auffallend ist das Verhalten des Aspidium Robertianum zu dem, nur durch schwache (oder bisher zu wenig gewürdigte) Merkmale von ihm getrennten A. Dryopteris. Letzteres ist eine reine Humuspflanze und die auf jeder Unterlage, auch im Kalkgebirge vorkommt. A. Robertianum ist mehr auf Steingeröll, Mauern und an weniger humosen Stellen, aber immer nur auf Kalkunterlage heimisch, und liebt jedenfalls innigern Kontakt mit den mineralischen Bestandteilen des Bodens als A. Dryopteris, welches durch die Auswahl rein humoser Standorte von den Einflüssen des Untergrundes in hohem Grade unabhängig ist. Ist also A. Dryopteris nicht geradezu als kalkfeindlich aufzufassen, so steht doch eine Kalkpflanze (A. Robertianum) einer faktisch von Kalk meist unberührten Humuspflanze gegenüber.

Cystopteris montana benimmt sich sehr oft wie eine reine Humuspflanze und findet sich bei uns nicht mit A. Robertianum, sondern mit A. Dryopteris zusammen, aber sie ist, soviel ich weiss, an all den zahlreichen Standorten der Schweiz immer nur auf Kalk gefunden worden.

Asplenium viride entfaltet im Jura und in den Kalkalpen sich weit reichlicher als in den kalkfreien Gebieten der Zentralalpen, fehlt aber auch hier nirgends ganz.

2. Der kalkfreien Unterlage eigen sind: Asplenium septentrionale und Germanicum mit vollster Ausschliesslichkeit, so sehr, dass erstere Art als Leitpflanze für unser Granit- und Gneisgebirge bis zu den in der Molasseebene und am Jurarand zerstreuten erratischen Granitblöcken gelten kann.

Die grossen Moränenzüge des Rhonegletschers durch das Lemanbecken zum südlichen Jura, und von da in abnehmender Dichtigkeit längs des Jurarandes bis ins Aargau sind deutlich durch das Auftreten dieser Pflanze bezeichnet, ebenso aber die alten Gletscherfächer der Nordseite der Alpen in's Becken des Vierwaldstättersees bis zur Mythenkette, und des Linththalgletschers, so weit die erratischen Verrucanoblöcke gehen, also bis an den Zürichsee; endlich am Fuss der Berner Alpen, ja bis in den K. Freiburg hinein. Ich habe im speciellen Teil die einzelnen Fundorte genau mitgeteilt. Eine höchst lokalisierte Station dieser kalkfeindlichen Pflanze ist ein, «Eisenstein» genannter erratischer Block des braunen Jura bei Resti Meyringen, der stark quarzhaltig ist und so der Pflanze kleine kalkfreie Nester bietet.

Ebenso kalkflüchtig sind Allosorus crispus und die zwei Woodsien ilvensis und alpina, während W. glabella in Tirol auf Dolomit angegeben wird.

Asplenium Adiantum nigrum herrscht auf dem kalkfreien Urgebirg in Tessin vor, findet sich aber am Jurarande und im Unterwallis auch auf Kalk.

Pteridium aquiliaum, Sandpflanze, passt sich im Jura auch sehr sandarmem Kalk-Lehmboden an.

Leider fehlen uns die Serpentinfarne der östlichen Alpen, Sachsens und Schlesiens. Es sind Asplenium adulterinum Milde und A. cuneifolium Viv. (A. serpentini Tausch.). Es ist wunderbar, dass ein so stark gemengtes Mineral, wie der Serpentin, dessen Vorkommen lokal so beschränkt ist, so deutlich ausgesprochene Formen hervorgebracht hat, und dass diese sich so ausschliesslich an dies Gestein halten.

Das A. adulterinum steht in den Charakteren dem A. viride am nächsten (ungeflügelte, oben grüne, nicht elastische Spindel) und lässt sich nach Sadebeck (Aschers. 58) durch fortgesetzte Saatkultur in das normale viride überführen. Da es z. B. auf dem Glatzer Schneeberg bis 1100 m. ansteigt (Aschers. 57), könnte es, der Höhenlage nach, wohl auf unsern alpinen Serpentinen (Davos, Maloya etc.) vorkommen.

Das A. cuneifolium ist eine Subspecies oder Var. des A. Adiantum nigrum, dessen östlicher Verbreitungsbezirk sich ziemlich mit dem des A. adulterinum deckt, das jedoch im Westen : in Zentralfrankreich (A. Lamotteanum Héribaud) und einigen anderen Punkten (Aschers. 72) wiederkehrt, namentlich auch in Ober-Italien: bei Sestri ponente, alle Caponne und sotto il Buggio im Apennin l. Gennari.

Es unterscheidet sich von unserm Typus durch weichere Textur und kurze breitkeilige, kurz gezahnte Abschnitte: im Habitus neigt es von A. Adiantum nigrum etwas zu Ruta muraria. Auch hier hat Sadebeck Rückschläge gegen den Typus des A. Adiantum nigrum beobachtet.

Unsere Serpentine liegen alle zu hoch, als dass Hoffnung wäre, diese Form der untern Region auf ihnen zu finden.

Eine zweite specielle Felsart, welche einigen Farnen ihr Gepräge verleiht, ist der Dolomit.

Die südöstlichen Dolomiten S. Tirols bis Krain, aber westlicher nicht als die Westseite des Lago di Garda, beherbergen das endemische Asplenium Seelosii Leybold, mit A. septentrionale in dieselbe Gruppe (Acropteris) gehörend, aber doch von ihr höchst prägnant verschieden.

Von Cystopteris fragilis kommt var. Huteri Milde in denselben Dolomiten vor, und von C. regia die var. deltoidea Milde. Nur die letztere, eine wenig distinkte Form, fand sich bis jetzt im Dolomit Graubündens vor. Unsere südlichen Dolomiten beherbergen nur die letzten Ausläufer aus dem reichen südöstl. Gebiet; ich habe vergeblich die Wände in Val Solda nach dem A Seelosii abgesucht: es sind Standorte vorhanden, die genau denen dieser Seltenheit entsprechen, aber sie bergen nur Varr. von A. Ruta muraria.

Für den Einfluss der Felsart auf den Standort der Farne ist die Felsmasse von Tourbillon und Valère sehr bemerkenswert. Nicht die Thalsohle der Rhone, sondern das kleine Thälchen, welches diesen Berg in die zwei genannten Gipfel zertrennt, bildet geologisch die Scheide zwischen den Berner- u. Walliser-Alpen. Tourbillon ist Kalk, Valère Verrucano: ein Gemenge von Quarz, Talk und Feldspath, genau wie die Felsen von Longeborgne am Fusse der Penninenkette. Auf Tourbillon wachsen *Asplenium fontanum,* A. Adiantum nigrum, A. Trichomanes, A. Ruta Muraria, Polypodium vulgare, auf Valère *Asplenium septentrionale,* A. Trichomanes, A. Ruta muraria, Ceterach officinarum und Polypodium vulgare. (O. Wolf.)

Grade der Verbreitung.

In Bezug auf Verteilung der Standorte und Menge des Vorkommens ist zu sagen, dass eigentlich gesellig bei uns wie überall Pteridium aquilinum auf Waldblössen und an Waldrändern, bes. in den stark verwüsteten Buschwäldern Tessins vorkommt. Gesellig auch tritt gelegentlich das zarte, lebhaft hellgrüne und stark duftende Aspidium montanum am Rande des Tannenwaldes und an dessen Saum auf offener Weide auf: im tiefen Tannenschatten ebenso Blechnum.

Gruppenweise, aber doch meist zahlreich und oft tonangebend im Landschaftsbilde kommen im Waldschatten und auf Waldblössen Athyrium Filix femina, Aspidium dilatatum und Aspidium Filix mas vor; nach der Waldgrenze hinauf auch Athyrium alpestre.

Noch höher, im Kalkgebirg, kommen zahlreiche Gruppen von Aspidium rigidum vor. Auf granitischen Geröllhalden bildet oft Allosorus bedeutende hellgrüne Anflüge.

An den Mauern von Tessin und Unterwallis überdecken oft weithin Asplenium Trichomanes, A. Ruta muraria, in ersterm Gebiet mit A. septentrionale, Germanicum und Adiantum nigrum die Flächen.

Sonst bilden unsere Farne kleine Gruppen bis herab zu punktförmig zerstreuten einzelnen Stöcken.

Merkwürdig ist namentlich die isolierte Zerstreuung des Ophioglossum und der Botrychien. Selten sind hier die Gruppen: normal ist eher das punktförmige, wenn auch im ganzen zahlreiche Vorkommen einzelner Pflanzen, wie wenn sie absichtlich so ausgesäet wären. Die Sprossung des Wurzelstockes ist bei den Ophioglossaceen eine spärliche: in der Regel verjüngt sich die Pflanze nur um ein einziges Blatt, indess das alte abstirbt, und an den meist von dichtem Gramineenrasen besetzten Standorten ist auch die Prothallienvermehrung eher beschränkt.

Gesellschaften.

Vergesellschaftet sind die Farne in der Regel mit den Waldkräutern des Buchen- und Tannenwaldes, die Mauerfarne mit Selaginella helvetica und den phanerogamischen Mauerpflanzen; die Ophioglossaceen mit den Orchideen, Parnassia, Tofjeldia, Gentiana cruciata, ciliata und germanica, Euphrasia: kurz, den Wiesenkräutern der Bergmatte.

Gesellschaften der Farne unter sich sind etwa folgende anzuführen:

Im Buchenwald finden sich meist Aspidium lobatum, Filix-mas, dilatatum, Athyrium Filix-femina, am Rande an geeigneten Stellen Cystopteris fragilis, Aspidium Robertianum, Asplenium Trichomanes, Polypodium vulgare, Scolopendrium zusammen.

In der Schweiz kommt Cystopteris montana durchaus nicht regelmässig mit Aspidium Robertianum vor, das vielmehr untere, und weniger feuchte Lagen bevorzugt, sondern mit A. Dryopteris und Phegopteris, Asplenium viride, dann mit Mœhringia muscosa, Corallorhiza, Listera cordata, Carex tenuis, Dentaria, Adenostyles etc.

Nach oben, gegen die Tannenregion, mischen sich Blechnum, Aspidium montanum, Dryopteris und Phegopteris, Asplenium viride bei.

Im obern Tannengürtel treten Aspidium lobatum und Filix mas zurück, montanum wird herrschend und Athyrium Filix femina macht dem A. alpestre allmälich Platz.

An der Tannengrenze und weiter hinan in die Alpenregion tritt Aspidium Lonchitis, Aspidium rigidum (Kalk), Athyrium alpestre, Cystopteris regia, Allosorus (Granit), Asplenium viride v. alpinum auf.

Eine besonders interessante Gesellschaft unter sich bilden die kleinen, seltenen Botrychien in den Zentral-Alpen.

Eigentümlicher Weise finden sich gar nicht selten an den Orten, wo überhaupt eine Art der Gruppe B. ramosum, lanceolatum, simplex,

ternatum auftritt, auch andere dieser Arten beisammen: eine Vergesellschaftung uralter glacialer oder postglacial nordischer Relikte, wie sie ja an ähnlichen Orten auch aus dem Gebiet der Phanerogamen sich finden: O.-Engadin, Gr.-Glockner, Zermatt etc. So wird bei Cles i. Tirol (Aschers. 107) B. lanceolatum, ramosum und ternatum beisammen gefunden. Ebenso in der Gegend von Bormio B. ternatum und ramosum, und von Chamounix B. simplex, lanceolatum, ramosum und ternatum. Bei uns dürften bei genauer Nachforschung wohl auch ähnliche Gesellschaften nachzuweisen sein, z. B. im Gebiet des Galium triflorum Michaux im Unter-Engadin, einer in N.-Amerika und N.-Europa mit diesen Botrychien zusammengehenden nordischen Pflanze.

Specielle Gruppierungen sind:

1. Osmunda, Struthiopteris, Aspidium aculeatum, A. montanum, A. Filix mas, v. subintegrum im Walde Tessins.
2. Pteris Cretica, Adiantum Capillus Veneris, Polypodium vulgare, Subsp. serratum, Asplenium Adiantum nigrum, Subsp. Onopteris, Notholæna Marantæ (einst) in den wärmsten Lagen Tessins.
3. Asplenium Trichomanes, Ruta muraria, septentrionale, Germanicum, Adiantum nigrum, v. obtusum, Ceterach officinarum, Polypodium vulgare, v. attenuatum an den Mauern der Kastanienregion Tessins.
4. Polypodium vulgare, Subspec. serratum und v. attenuatum, Asplenium Adiantum nigrum, v. argutum, fontanum und Ruta muraria, Scolopendrium, Ceterach officinarum an den Mauern und Felsen im Unterwallis.
5. Aspidium Thelypteris, A. cristatum, Marsilea quadrifolia in den Sümpfen der untern Rhoneebene.
6. Aspidium lobatum, A. Braunii, A. dilatatum, A. Filix mas, var. deorsolobatum, Dryopteris, Robertianum, Phegopteris, Blechnum Spicant, Cystopteris fragilis, v. cynapifolia, C. montana bei Engelberg.
7. Asplenium fontanum, Ceterach, A. Adiantum nigrum, v. argutum, A. septentrionale, letzteres auf erratischen Granitblöcken, am Salève und Jurarand bei Genf.
8. Athyrium alpestre, Cystopteris regia und var. alpina, C. montana, Aspidium dilatatum, Lonchitis und rigidum auf dem hohen Genfer Jura.
9. Dieselben Arten, mit Aspidium lobatum, v. subtripinnatum, A. Filix mas, v. incisum in den Waadtländer Alpen.
10. Aspidium dilatatum, A. spinulosum, A. cristatum, A. Thelypteris auf den Möösern des Mittellandes.
11. Aspidium dilatatum, A. Filix mas v. attenuatum, Athyrium alpestre, Allosorus, Asplenium septentrionale, Germanicum, Woodsia alpina, in den subalpinen Süd-Thälern des Wallis.

Höhengrenzen.

Ueber die obern Grenzen, welche unsere Farne erreichen, und über untere Grenzen, an welche einige Alpenfarne herabsteigen, findet sich im speciellen Teil das angegeben, was ich in den Herbarien hierüber angemerkt fand.

Im Allgemeinen bildet die obere und untere Waldgrenze auch die der meisten Waldfarne, und stets bezeichnen sie da, wo sie über der heutigen obern Waldgrenze sich finden, das frühere Vorkommen der Waldung. Nur die kleinen Felsenfarne machen hievon eine Ausnahme, indem sie an geschützten Standorten bedeutend höher steigen, und die xerophilen Mauerfarne finden sich in Wallis und Tessin unterhalb der heutigen (meist künstlichen) untern Waldgrenze.

Aus einigen Lokalfloren stelle ich hier eine Uebersicht der darin angegebenen Grenzwerte zusammen.

J. bedeutet Jaccard's Catalogue de la flore valaisanne 1895.

D. P. Durand u. Pittier's Catalogue de la flore vaudoise 1883 u. 1887.

F. Fischer's Verzeichnis der Gef. Pfl. des Berner Oberlandes 1875.

W. S. Wartmann's u. Schlatter's Krit. Uebers. St Gallen und Appenzell 1888.

	J. Wallis.	D. P. Waadt.	F. O.-Land.	W. S. St. Gallen u. Appenzell.
Polypodium vulgare	2000	400 - 1600		
Pteridium aquilinum	1500	1500		
Allosorus crispus	2400		2300	
Blechnum Spicant	2100	1200—2100		800—1700
Scolopendrium	2000			420—1700
Ceterach	800			
Asplenium septentrionale	2500			
» Trichomanes	1600	375—1500		1600
» viride	2500	800, 1600—2000		
» Germanicum	1600			
» fontanum	1500			
» Ruta muraria	2000	375—2000		
Simplon (Favrat)	2350			
» Adiantum nigrum	1300			
Athyrium Filix femina	2000	450—1700		
» alpestre	2400	1200—1600	1800	
Aspidium Phegopteris	2000			
» Dryopteris	2100	400—1700		
» Robertianum	2000	1700		
» montanum	2100			1700

		J. Wallis.	D. P. Waadt.	F. O.-Land	W. S. St. Gallen u. Appenzell.
Aspidium rigidum	von	1400—2200	1150, 1400—2200	1700	1600
» Filix mas		2000	400—2000		1800
» spinulosum mit Inbegriff von					
» dilatatum		1500			
am St.Bernhardt bis		2350			
» Lonchitis		2500	400—2300		1200—2000
» lobatum		2000	2200		
Cystopteris fragilis		2460	400—2300	2300	
» regia	von	1800—2700			
» montana					2000
Woodsia alpina	von	800—2400			
Botrychium Lunaria		2470	2300		2000

Es darf bei dieser Liste nicht ausser Acht gelassen werden, dass in Wallis, bes. im innern und obern Wallis, die Grenzen aller Gewächse 100 bis 200 Meter höher liegen, als in der übrigen Schweizer Alpenkette, mit Ausnahme des farnarmen O.-Engadins. Im Ganzen beweisen diese Zahlen, dass auch über der allgemeinen Baumgreuze und in der offenen Alpenregion sich immer noch, selbst für grössere Farne, kleine lokale « Klimate » finden lassen, wo ihre Existenz möglich ist.

Florengebiete und Verbreitungsareale.

Die Verbreitung der in der Schweiz zusammentreffenden Farne ist in ihren Grundzügen nicht wesentlich verschieden von der der Phanerogamen. Es ist ein Irrtum, zu glauben, dass die Farne vermöge ihrer zahlreichen kleinen Sporen eine völlig diffuse Verbreitung erlangt haben, welche alle Unterschiede verwische, und sie beim Studium von Vegetationszentren und Florenreichen zu ungeeigneten Objekten mache. Wahr ist nur, dass — namentlich in unserer europäischen Flora, eine relativ viel grössere Zahl von Arten sehr grosse, in mehrere Weltteile übergreifende Areale aufweisen, als in der Phanerogamenflora. Das hängt aber damit zusammen, dass sich unser Gebiet überhaupt der nördlichen Grenze des Vorkommens der Farne nähert, und hauptsächlich solche Arten besitzt, die sich der grössten Expansionskraft nach ihrer Peripherie hin erfreuten. Ganz anders sind die Verhältnisse in den Aequatorialgebieten. Hier spielten der Endemismus und die lokalisierten Arten so ziemlich dieselbe Rolle wie unter den Phanerogamen, so sehr, dass z. B. fast jede Inselgruppe der Südsee einige streng endemische Baumfarne (Alsophila, Cyathea, Dicksonia) besitzt, und dass den durch hohen Endemismus ausgezeichneten Gebieten (Sandwichs-Inseln, Neu-Caledonia, S.-

W.-China, Anden) stets auch ein sehr hoher Quotient endemischer Farne eigen ist. Sobald wir in der Schweiz das Gebiet betreten, wo auch unter den Phanerogamen die beschränkten Areale und der Endemismus beginnen: die Alpen und unsere südlichste Zone, so stossen wir auch auf mehr localisierte Farne.

Auch in der Schweiz folgt die kleine Zahl ihrer Farne den allgemeinen Verbreitungslinien der Flora. Auch bei ihnen haben wir mehrere Floren-Elemente zu unterscheiden, nämlich angehörige:

1. der Waldflora des gemässigten Asiens und Europas.
2. der Steppenflora.
3. der subarktisch-alpinen Flora.
4. der endemischen Alpenflora.
5. der Mittelmeerflora.
6. Diesen Kategorien ist noch eine wesentliche, bei unsern Phanerogamen kaum vorkommende, anzureihen:

Cosmopolitische, ursprünglich tropische Arten.

1. Asiatisch-Europäische Waldflora. Charakteristisch für unsere, hieher gehörigen Farne ist ein nach West und Ost sehr weit ausgedehntes, meist bis O.-Asien einerseits und bei N.-Amerika übergreifendes Areal. Bei mehrern bildet das zwischen Ural und dem Amurland gelegene Gebiet eine — vielleicht nur unserer Unkenntnis jener Länderstrecken zur Last fallende — Cäsur.

Besonderes Interesse haben die Arten, welche der von Asa Gray zuerst hervorgehobenen Gruppe von Pflanzen angehören, die sich im östlichen N.-Amerika und im östlichen Asien, nicht aber in W.-Amerika finden, für welche also die Brücke nicht über den stillen, sondern über den atlantischen Ozean führte. Zu diesen gehören:

Aspidium Braunii: Mitteleuropa, Ostasien, Nordostamerika.

Struthiopteris und Scolopendrium: Gleiche Verbreitung.

Ziemlich gleichmässig durch Europa, Nordasien und Nordamerika gehen: Aspidium Phegopteris, A. Dryopteris, A. Robertianum, Cystopteris montana, Asplenium Ruta muraria, A. septentrionale.

Europa und Nordamerika bewohnen, ohne in Asien verbreitet zu sein, Aspidium spinulosum und cristatum, letzteres mit einer gegen A. Filix mas hin gehenden Form auch in Japan. Diese beiden Arten sind dadurch merkwürdig, dass sie sich in Europa in einem mittlern Bezirk gefallen, und ebensosehr dem höhern Norden Russlands und Skandinaviens, als dem Süden jenseits der Alpen fehlen, während sie im östlichen Amerika auf einer weiten Strecke verbreitet sind. A. cristatum dringt zudem nirgends in die Alpen ein, und erinnert dadurch an eine post- oder interglaciale Gruppe von Phanerogamen, welche sich ganz ähnlich benehmen: Trientalis, Ledum, Calla palustris, Salix myrtilloides, Betula

humilis, Juncus squarrosus, welche in den Mooren Bayerns oder des norddeutschen Flachlandes auftreten, aber die Alpen fliehen.

Nur europäisch-pontisch und japanisch ist A. montanum.

Blechnum Spicant hat ein europäisch-ostasiatisches Areal, und findet sich in Amerika nur im Nordwesten, also mit einer, der Asa Gray'schen entgegengesetzten Wanderungsgeschichte.

Eine besondere Gruppe hat einen Verbreitungsschenkel tief in die Tropen hinunter, ja in die südliche Hemisphäre:

Polypodium vulgare ist in Europa, Tibet und Japan, im östlichen und westlichen Nordamerika, aber auch in Südafrika zu Hause.

Aspidium dilatatum, in Europa und Nordamerika, hat in Südafrika und auf Réunion Varietäten.

Aspidium Thelypteris, in Nordasien und Nordamerika verbreitet, taucht in Südafrika und Neuseeland wieder auf.

Botrychium Lunaria, in Europa, Nordasien und dem östlichen Nordamerika, hat in Chile und Australien Standorte.

Botrychium Virginianum und ternatum, in Europa, dem östlichen Asien und Nordamerika, gehen tief nach Zentral- und Südamerika hinab, letzteres auch tief in's tropische Ostasien bis Australien.

Athyrium Filix femina, in Europa, N. Asien und N. Amerika, mischt in S. Asien und längs den Anden in mehrfachen Formen sich der tropischen Vegetation bei.

Von Aspidium Filix mas ist es zweifelhaft, ob wir es den cosmopolitischen oder den nördlichen Waldformen beizählen sollen, die sehr tief in die Tropen gehen. Angesichts der breiten Entfaltung des Typus im Himalaya und im tropischen Ostasien muss fast die erstere Ansicht vorwalten. Es tritt auf in Europa, N. Asien, nur sehr selten in N. Amerika, aber von Centralamerika bis Brasilien und zahlreich in S. Asien.

2. Von der Steppenflora haben sich nur die zwei Wasserfarne Marsilea und Pilularia bei uns erhalten: Pflanzen der periodisch austrocknenden und sich wieder füllenden Steppenseen und mit diesen langsam aus der europäischen Flora verschwindend. Aus dem Gebiet der Phanerogamen teilen ihre Herkunft und ihr Schicksal z. B. Trapa, Littorella, Zanichellia, Cyperus fuscus und flavescens, Scripus mucronatus, Carex filiformis und cyperoides, Lemna, Heleocharis etc., die teils schon Seltenheiten geworden, teils bereits bei uns verschwunden sind.

3. Der subarctisch-alpinen Flora gehören an:

Aspidium Lonchitis, die beiden Woodsia, Allosorus, Asplenium viride, Athyrium alpestre, und die drei Botrychien simplex, ramosum und lanceolatum. Diese Arten haben bei uns subalpine bis alpine Standorte, und kommen zugleich im höhern Norden der alten Welt und Amerika's wieder vor, das Athyrium freilich in Amerika nur im N. Westen.

4. Zur endemischen Flora der Alpenkette, im weitern Sinn Boissier's von Vorderasien bis zu den Pyrenäen, mit zerstreuten Punkten durch die südlichern und nördlichern Bergketten Europas, gehören Aspidium rigidum, Cystopteris regia, Asplenium Germanicum und A. fontanum, letzteres dadurch merkwürdig, dass es nur dem westlichen Flügel, von den Centralpyrenäen bis zum nördlichen Jura angehört und in die Central- und Ostalpen nicht eintritt, jedoch im N. W. Himalaya, wo so viele europäische Arten ihre Ostgrenze erreichen, noch einmal auftaucht.

Wunderlicherweise überspringt das ebenfalls endemisch-alpine A. fissum Kit. unser Gebiet, indem es vom östlichen Tyrol und Bayern an erst wieder in den Seealpen auftritt, ähnlich wie Ranunculus Seguierii Vill.

Die gleiche Cäsur hat das Areal von A. cuneifolium Viv. (serpentini Tausch) das von Kärnthen bis zum centralen Frankreich (A. Lamotteanum Héribaud) und Ligurien nicht vorkommt.

Auch besitzen wir den ganz localisierten Endemen der südlichen Dolomiten: das A. Seelosii Leyb. in der Schweiz nicht.

5. Die Mittelmeerflora sendet uns in unsere südlichen Alpenthäler, und zum Theil über die Alpen hinaus einige endemische xerophile Arten, daneben aber dient sie auch als Etappe, über welche uns Arten weiterer Gebiete: tropische und besonders afrikanische zugekommen sind: Pteris Cretica, eine vorwiegend tropisch indisch-afrikanische, in's östliche Mittelmeerbecken eintretende, und unsere insubrischen Seen erreichende Pflanze von durchaus tropischem Habitus.

Adiantum Capillus Veneris, eine Pflanze der altafrikanischen Randflora, ist im gleichen Fall, bloss dass ihre Verbreitung im ganzen Süden Europas bis England hinauf eine ganz allgemeine ist.

Cheilanthes fragrans uud Notholæna Marantæ sind eminent xerophile Mauerpflanzen der ganzen Mittelmeerzone; erstere bis Yemen, letztere bis Abessinien, beide bis zum westlichen Himalaya sich erstreckend.

Am kräftigsten dringt Ceterach officinarum, fast genau derselben Verbreitung, in den Continent bis in die Thäler Mitteldeutschlands vor.

Asplenium Onopteris erreicht als Seltenheit aus seinem mediterranen Vaterland unsere südlichsten Tessiner Thäler.

Mit südlichern Verbreitungsschenkeln treten folgende mediterrane Arten auf:

Polypodium serratum erscheint in varr. auf den Sandwichs-Inseln und in N. W. Amerika wieder.

Asplenium Adiantum nigrum, der Zwischenzone der Castanie und der wärmsten Buchenzone angehörend, im tiefen Mittelmeerbecken von A. Onopteris ersetzt, und bis Vorderasien reichend, tritt im altafrikanischen Randgebiet und auf den Sandwichs-Inseln auf.

Gymnogramme leptophylla ist nahe an der cosmopolitischen Grenze angelangt, indem es im Mittelmeerbecken gemein ist, nahe an unsere Grenze streift, im afrikanischen Randgebiet, in S. Indien, in den Anden und in der südlichen Hemisphäre wächst.

Ich versuchte in einer frühern Arbeit (Die afrikanischen Bestandteile in der Schweizerflora in Ber. schweiz. bot. Ges. VII 1897) zu zeigen, dass ein bedeutender Teil der mediterranen Flora diesem afrikanischen Element angehört, und füge hier bei, dass ausser den bereits schon genannten Farnen Pteris Cretica, Adiantum, Asplenium Adiantum nigrum und Gymnogramme auch die, unserem Waldgebiet angehörigen Polypodium vulgare (Typus) Aspidium Thelypteris und dilatatum in Süd-Afrika wieder erscheinen — die eigentlichen Cosmopoliten nicht gerechnet — was den lebhaften Austausch der südeuropäischen, ja selbst der mitteleuropäischen Flora mit dem altafrikanischen Randgebiet deutlich macht.

Es versteht sich, dass die Farne dieser fünften Kategorie in unserer Schweiz genau das Gebiet einnehmen, welches auch die südlichen Vertreter der Phanerogamenflora bewohnen: nämlich unsere insubrische Region, das Wallis vom Genfersee aufwärts, den Jurarand, die Föhn- und Seezone am Nordfuss unserer Alpen und das warme obere Rheinthal zwischen Chur und dem Wallenstattersee. Am besten markiert Ceterach diese ganze Region. Dass zwei grosse deutsche Farne: Osmunda und Struthiopteris, die in der Schweiz sonst fast fehlen, in Tessin wieder auftreten, zeigt, dass diese grossen Arten in dem Areal der Alpen keine geeignete Stätte fanden.

6. An echten Cosmopoliten betreten unser Land:

Pteridium aquilinum, die allgegenwärtige Art des sandigen Waldbodens aller Länder, mit alleiniger Ausnahme des tiefen Südens von Amerika.

Asplenium Trichomanes ist Mauer- und Felsenpflanze aller Länder, in den Tropen der Gebirge, und fehlt kaum irgendwo in einem grössern Gebiet, es sei denn in den Flächen des Steppengürtels.

Osmunda regalis ist fast cosmopolitisch und fehlt wohl nur in Australien und im malayischen Inselgebiet.

Cystopteris fragilis ist Felsenpflanze aller nicht allzutrockenen Länder von Canada bis S. Chile, von Lappland bis Vandiemens Land.

Endlich sind zu nennen unsere beiden nahe verwandten Aspidium lobatum und aculeatum. Erstere Art wächst vom Himalaya und Vorderindien bis ganz Europa und bis China und Japan, in S. Afrika, in S. Chile und Neuseeland, aber in N. Amerika ist sie selten, ja fast fehlend: nur eine Californische var. kann hieher gezogen werden.

Ebenso weltweit ist das Areal des aculeatum: gemein in den Wäldern aller Gebirge des tropischen und wärmern Asiens bis Australien, in S.

West-Europa, auch in S. Afrika; dagegen in Amerikas Norden ebenfalls nicht, wohl aber längs der Anden von Mexico bis S. Chile.

Über die Verbreitung von Ophioglossum vulgatum sind die Acten noch nicht geschlossen.

Mehr in's Einzelne habe ich die Verbreitung jeder Art im speziellen Teil geschildert.

Es ist mir zweifellos, dass sämtliche Glieder der sechsten Kategorie nebst Pteris Cretica ihren Ausgangspunkt in den tropischen Gebieten haben, und sich unserem Klima vermöge der bereits hervorgehobenen strengen Auswahl der möglichst geschützten lokalen Standorte angepasst haben. Aber auch für mehrere Glieder der Waldflora (zweite Kategorie) wie Athyrium Filix femina und Aspidium Filix mas ist die Vermutung gleichen Ursprungs nicht abzuweisen.

Wie sehr der Himalaya, besonders dessen nordwestlicher Teil noch von unserer Farnflora beeinflusst ist, zeigt folgende Liste daselbst vorkommender Arten, von denen die meisten nicht weiter nach Osten gehen, oder erst in O. China und Japan sich wieder finden:

Cystopteris montana. Cheilanthes fragrans. Notholæna Marantæ. Allosorus crispus var. Asplenium viride. A. septentrionale. A. Germanicum. A. Ruta muraria. A. fontanum. A. Adiantum nigrum. Aspidium Lonchitis. A. Phegopteris. A. Dryopteris. Botrychium Lunaria.

Endemismus.

Vergleichen wir hier mit der Gesamtzahl der Farnarten die Fälle von Endemismus, so werden sie eher das bei den Phanerogamen herrschende Verhältnis übertreffen, als hinter ihm zurückbleiben.

Das Gebiet der Alpen im weitern Sinn von den östlichsten Ketten zu den Pyrenäen mit den südlichen und nördlichen Ausläufern wird in runder Zahl 65 Arten besitzen.

Hievon sind endemisch:

Asplenium fissum, in den Ostalpen bis in die Balkanhalbinsel, die Westalpen und Apenninen.

Asplenium lepidum, in den südlichen Ostalpen bis zur untern Donau, den Apenninen und Sicilien.

Asplenium fontanum, in den westlichen Kalkalpen von den Pyrenäen zum nördlichen Jura, freilich mit einer Colonie im nordwestlichen Himalaya.

Asplenium Foresiacum, eine zwischen A. lanceolatum und A. fontanum einzuschaltende Subspecies der Gebirge des südöstlichen Frankreichs mit schwachen Ausstrahlungen bis zu den Euganeen (?) und ins Berry.

A. Seelosii, ein höchst prägnanter Monotyp der östlichen Dolomiten

A. adulterinum und A. cuneifolium, Serpentinpflanzen, die von Schlesien und Sachsen in die Ostalpen eintreten und von denen letztere bis Italien und Frankreich nach Westen geht.

A. Germanicum, nach Norden, Osten und Westen ausstrahlende Pflanze der Alpenkette mit einem Vorposten im W. Himalaya.

A. Petrarchae der Küstengebirge des nördlichen Mittelmeerbogens bis Sicilien.

Aspidium rigidum und Cystopteris regia, Alpenpflanzen von Osten zu den Pyrenäen.

Bei dieser Aufzählung habe ich die, das Alpengebiet bloss streifenden westeuropäischen und mediterranen Endemen (Asplenium lanceolatum, A. obovatum, Scolopendrium Hemionitis, Cheilanthes, Notholæna etc.) weggelassen, und komme doch auf 11 Arten oder $^1/_6$ der Gesamtzahl. Und von diesen Arten sind A. Foresiacum und A. Seelosii auf kleine, ovale Bezirke beschränkt, während A. Petrarchæ und lepidum auf einer längern, vielfach unterbrochenen Bogenlinie nur an wenigen sehr beschränkten Punkten auftreten; letzteres eine Grottenpflanze von höchst sparsamem Vorkommen.

Wir sehen: die Farne geniessen ganz mit Unrecht des Rufs breiter Areale. Man verwechselt dabei zweierlei: die allerdings stark hervortretende allgemeine Verbreitung einiger, dominierender Arten, und den Mangel an Endemismus innerhalb beschränkter Areale. Erstere Thatsache ist durchaus richtig. Letztere Behauptung passt auf die Farne noch weniger als auf die Phanerogamen unseres Gebiets, und noch unrichtiger wäre es, sie zu einem allgemeinen, die Farne überhaupt beschlagenden Lehrsatze zu erheben. Namentlich beweisen die angeführten höchst lokalisierten Dolomit- und Serpentinfarne, dass die Filices mindestens im gleichen Grade fähig sind, sich auch durch ganz vereinzelte Einwirkungen der Unterlage zu modificieren und in Arten auszugestalten. Die Stufe, welche sie hierin erreichen, geht, mit Rücksicht auf ihre so beschränkte Gesamtzahl, mindestens parallel mit den Dolomit- und Galmei-Phanerogamen.

Die Farne, obschon geologisch älter als die Blütenpflanzen, haben bis heute dieselben phylogenetischen Modificationen durchgemacht, und sind von denselben Gesetzen geographischer Anpassung beeinflusst worden, wie jene; sie bilden mit ihnen einen integrierenden Bestandteil der Flora, und würden nur höchst widernatürlich in der Schilderung der geographischen Verhältnisse irgend eines Gebiets übergangen werden können.

Vergleichung mit der europäischen Gesamtflora.

Vergleichen wir die gesamte Farnflora Europas mit unserer Schweizer Farnflora, wobei wir die im speziellen Teil angeführten, unmittelbar an

unsere Grenzen herantretenden Arten mitzählen, so ergiebt sich, dass wir von 85 europäischen Species und Subspecies 53 besitzen, dank unserer günstigen, fast alle Florengebiete Europas berührenden Lage.

Wir entbehren nur zwei dieser Gruppen:

1. Die Atlantische. Sie besteht aus der reichen, zum Teil der altafrikanischen Randflora angehörigen Farnflora der nordatlantischen Inseln von den Capverden bis zu den Azoren, und erstreckt sich in freilich stets abgeschwächtem Grade über die atlantische Küste Europas von Portugal bis Irland, dringt auch, namentlich längs der afrikanischen N. Küste, etwas ins westliche Mittelmeerbecken ein. Die auf diesem Wege Europa berührenden und uns fehlenden Arten sind:

Aspidium æmulum Sw. Asplenium lanceolatum Hds. A. Hemionitis L. A. marinum L. Cystopteris Canariensis Prsl. Davallia Canariensis Sw. Pteris arguta Ait. Trichomanes speciosum Sw. Woodwardia radicans Sw.

Von diesen westlichen Arten dringt A. lanceolatum im untersten Elsass (Fischbach *Waldner*) in unsere relative Nähe vor.

Auch darf nicht übergangen werden, dass das nach seinem Gesamtareal cosmopolitische Aspidium aculeatum wenigstens in Mitteleuropa die Rolle einer atlantischen Art spielt, indem sie von den atlantischen Inseln her am Westrand des Continents häufig ist (bis Bretagne und Irland) und nicht weiter eindringt als zum Rhein. Freilich findet sie sich dann im Mittelmeergebiet und bis zu den Süd- und Ostalpen hinauf gemein in der gesamten Kastanienregion, und wiederum von Constantinopel an tief in die Balkanländer bis Bosnien (*Brandis*) und in den Kaukasus. Alsdann beginnt ihr grosses indisches Areal, und von da geht sie bekanntlich durch alle Tropen und weiter. Es ist diese Pflanze ein Beispiel einer allgemein pantropischen, für unser Mitteleuropa vorwiegend atlantischen.

2. Die subarctische, die keinen Verbreitungsschenkel nach den Alpen besitzt. Dahin Athyrium crenatum Rupr. (von O. Sibirien bis Scandinavien) und Botrychium boreale Mlde (incl. B. crassinervium Rupr.) ebenda.

Aus den bei uns vertretenen Floren-Gruppen fehlen uns folgende europäische Species:

Aus dem asiatisch-europäischen Waldgebiet:

Asplenium adulterinum Milde und cuneifolium Viv., beides Serpentinfarne. Cystopteris Sudetica A. Br. Milde, von Osten bis in die bayrischen Alpen *Naumann* vorrückend.

Aus dem endemisch alpinen Gebiet:

Asplenium Seelosii Leyb. der südöstlichen Tirolerdolomiten. A. Foresiacum Le Grand, mittelfranzösische Subspecies des A. fontanum. A. fissum Kit. Ost- und Westalpen.

Aus dem subarctisch-alpinen Gebiet:

Woodsia glabella R. Br. im hohen Norden und den dolomitischen Tiroleralpen.

Aus dem Steppengebiet zieht sich Marsilea strigosa Willd. mit ihrer Varietät pubescens Tenore ins südliche Mittelmeergebiet heran. M. Aegyptiaca berührt bei Astrachan gerade noch die O. Grenze Europas.

Aus dem mediterranen Gebiet fehlt uns natürlich das Hauptcontingent, weil unsere südlichen Stationen allzuweit vom Centrum entfernt sind. Asplenium obovatum Viv., mediterrane Subspecies des atlantischen A. lanceolatum. A. lepidium Prsl. sehr zerstreut in den Gebirgen der Mittelmeerzone von Kleinasien (A. Haussknechtii God. Reut. scheint mir nur eine grössere drüsenlose var.) bis in einige vereinzelte Stationen Süd-Tirols im Dolomit. A. Petrarchæ DC. Notholæna vellea Desv. Cheilanthes hispanica Mett. Ch. Persica Mett. Scolopendrium Hemionitis Sw. Ophioglossum Lusitanicum L. Pilularia minuta Du Rieu.

Von tropisch-cosmopolitischen Arten erreichen dann noch das südlichste Europa: Gymnogramme Pozoi (Lag.) Desv. Pteris longifolia L. Besonders merkwürdig ist Hymenophyllum Tunbridgense Sm., einziger Vertreter eines höchst zahlreichen Genus, das besonders in der südlichen Halbkugel sehr verbreitet, in Europa mit seiner Subspecies H. peltatum Desv, tief in den atlantischen Norden (Farœr und Norwegen) ins Mittelmeerbecken (Lucca) ja bis Sachsen (Utewalder Grund *Luerssen*) und Luxemburg eindringt, ohne die Schweiz zu erreichen.

Physiognomisches.

Zuletzt ist noch der Farne in physiognomischer und ästhetischer Beziehung zu gedenken.

Es wäre ein Irrtum, wenn man diese Beziehungen zwischen der Seele des Menschen und der Erscheinungsform von Naturkörpern als gleichgültig oder als ungeeignet zu einer wissenschaftlichen Betrachtung bei Seite legen wollte. Ästhetische Faktoren spielen in der Erforschung der Natur eine weit grössere Rolle als man sich dies gewöhnlich eingesteht. Die erste Anregung, der erste entscheidende Zug zu einer Gruppe von Wesen als Gegenstand wissenschaftlicher Erforschung ist fast immer ein ästhetischer Eindruck, und die ästhetische Freude am Object ist der beste Antrieb und die sicherste Garantie für eine fruchtbringende Ausbeute des Studiums.

Woher kommt nun der sehr hohe ästhetische Wert, der ganz allgemein den Farnen beigelegt wird?

Ohne Zweifel von einer Eigenschaft, welche geradezu als Definition der Schönheit gebraucht wird: von ihrer Einheit in der Mannigfaltigkeit. Die Einheit ihres Aufbaues ist ja grösser als bei den Phanerogamen,

insofern ganze grosse Gruppen — namentlich innerhalb unserer beschränkten mitteleuropäischen Flora — im grossen und ganzen denselben Aufbau bieten, während doch die Ausgestaltung im Einzelnen eine erstaunlich mannigfaltige ist. Unsere Aspidien und Athyrien sind, mit Ausnahme der Phegopteris- und Dryopterisgruppe, nach einem streng einheitlichen Typus gestaltet, aber die einzelnen Arten sind doch in mannigfacher Weise differenziert. Die normale Regelmässigkeit ist aufs angenehmste unterbrochen. Die Gesamtanlage des Blattes ist höchst regelmässig: fast rechtwinklig abzweigende Fiedern, Fiederchen und Abschnitte dritter Ordnung. Dabei aber sehr oft schief entwickelte Abschnitte, so dass deren obere Basis vor der untern vorherrscht bis zur Oehrchenbildung, oder dass die unterste Fieder des Blattes asymmetrisch, nämlich mit Vorherrschen der abwärts gerichteten Seite entwickelt ist, was dem Blatt eine spiessförmige Basis giebt. Gerade diese Abweichungen von der im übrigen herrschenden genau symmetrischen räumlichen Ökonomie bewirken die Grazie, die Freiheit der Gestaltung von den Bedürfnissen der Materie, die wir in allen Farnen mit schief angelegten Segmenten: Aspidium lobatum, dilatatum, Cystopteris bewundern.

Dazu kommt, dass das Farnblatt überhaupt zu den grössten der Pflanzenwelt, und zugleich zu den feinst zerteilten gehört, so dass sich an eine, in geschweifter Linie sich vom Stock nach aussen abbiegende Spindel die spitzenartig durchbrochene Blattfläche anschliesst. Zugleich ist das Blattgewebe sehr zart, und erscheint bei durchfallendem Licht in einem leuchtenden Goldgrün, das mit dem schimmernden Belag goldbrauner Schuppen contrastiert, in welchen die noch nicht entfalteten, oben nach Art eines Bischofsstabes eingerollten Blätter gehüllt sind. Unsere grössern Farne, mit Ausnahme des ziemlich wirr durcheinander wachsenden, aber um so feiner zerteilten Athyrium alpestre, bilden mit ihren Blättern einen nach unten geschlossenen Trichter, dessen Saum aus den ziemlich übergeneigten Blattspitzen besteht, und aus dessen Grunde sich bei Struthiopteris in grellem Contrast zu dem zarten Grün die schwarzbraunen Kolben der fruchttragenden Blätter erheben.

Unsere kleinern Arten sind in ihrer Art ästhetisch ebenso bedeutsam.

Pteris Cretica und Adiantum Capillus Veneris werfen eine entschieden tropische Note in unsere nördliche Flora. Erstere hat die lang, fast in eine Träufelspitze vorgezogenen einfachen und dabei wellenförmig geschweiften Fiedern der südlichsten Arten des Genus, an flamboyante Gothik entfernt erinnernd, und wo ein Büschel davon von einem, mit Selaginella und Lebermosen bekleideten Felsenbande herabhängt, so ist das Gesamtbild ein durchaus fremdartig herrliches. Adiantum, mit den haarfeinen, glänzendschwarzen Stielen und den infolge der Dünnheit der Stiele scheinbar frei im Raume zitternden rundlich keilförmigen,

frisch grünen, höchst zahlreichen Fiederchen gleicht einer grünen Wolke, welche die Tuffgrotten Tessins umhüllt.

Auch Asplenium Adiantum nigrum mit kräftigem dunkelrot poliertem Stiel und der glänzenden Fläche des sehr dunkelgrünen, straffen Laubes ist eine tropisch anmutende Erscheinung.

Des derben, in dichter Rosette ausgebreiteten, fast ganz in schimmernd ockergelbes Schuppengewand gekleideten Ceterach sei, namentlich als Contrast mit den feinzerteilten Asplenien, auch gedacht.

Was nun aber die Physiognomie unserer Gebirgsgegenden ohne die Farne wäre, das zeigt uns eine Vergleichung mit den farnlosen zerrütteten Waldresten der südlichen Mittelmeerzone.

Auch in unsern Alpen bringt der Farn die tropische Note in unsere zuweilen eintönigen Buchen- und tiefdunkeln Tannenwälder. Namentlich letztere werden wunderbar erhellt durch die Bestände unserer, darin so üppig gedeihenden grossen Arten. Auch hier ist es im grossen der ergreifende Contrast des zarten und lichtgrünen Blattes mit dem tiefdunkeln Detritus des Waldbodens und den ebenfalls tiefbraunen Kissen der abgestorbenen Farnblätter, zum Teil auch mit den schwärzlichen Stämmen der Bäume, welcher unserm Wald erst seine volle ästhetische Wirkung schenkt. Auch das einfache, kräftige Scolopendrium hat hier seinen wirkungsvollen Platz. Und so ist es im Kleinen mit den Mauer- und Felsenfarnen, die das Starre, Dunkle und Chaotische der Unterlage mit einem zarten, hellen Gewande beleben. Der schönste unserer Mauerfarne ist Aspidium Robertianum, dessen höchst fein und elegant zerteilte Spreite im rechten Winkel von dem sehr dünnen Stiel horizontal nach aussen sich wendet, wo er frei zu schweben scheint.

Selbst das tiefernste Schwarzgrau der alpinen Geröllhalden am Gotthard oder im Oberhasli vermag der fein zerteilte Allosorus mit einem freudig grünen Schleier zu verhüllen.

Diese hohe ästhetische Bedeutung unserer Farne entschädigt uns reichlich für den ökonomisch nicht sehr erheblichen Wert dieser Familie. Zwar ist auch dieser nicht zu gering zu taxieren; denn die Farne sind es ja, welche, als erste unter den Gefässbündelflanzen, die Trümmer des Gebirgs besiedeln und den vegetabilischen Detritus des tiefen Waldschattens verarbeiten.

Schlüssel zur Bestimmung der Genera und Species.

Dieser Schlüssel gilt nur für die Arten unserer Flora und ist für diese allein brauchbar; er dient lediglich der raschen Orientierung und kann daher keine streng systematische Bedeutung haben.

Sporangien frei, nicht in besondere capselartige fertile Blätter eingeschlossen, aber meist in Gruppen (Sori) vereinigt, die häufig durch Indusien bedeckt sind. Landpflanzen 1.

— Sporangien in besondere capselartige fertile Blätter (Sporocarpien) eingeschlossen, neben denen sterile Laubblätter sich entwickeln. Wasserpflanzen 46.

1. Blatt in der Knospenlage an der Spitze eingerollt, Sporangien aus der Epidermis entspringend, ihre Wand aus einer einzigen dünnen Zellschicht bestehend 2.

— Blatt in der Knospenlage an der Spitze nicht eingerollt, Sporangien aus dem tiefern Blattgewebe entspringend, ihre Wand homogen, dick, aus mehrzelliger Schicht bestehend. Blattstiel an der Basis mit Scheide. Kleinere Pflanzen mit geteiltem Blatt: hinterer (unterer) Teil blattartig, steril, vorderer (oberer) Teil stielartig verschmälert, sporangientragend 3.

2. Sporangienwand mit einer Anzahl stärkerer Zellen in rundlicher Gruppe, durch einen Längsriss von oben sich öffnend. Grosse Pflanze mit doppelt gefiedertem, an der Basis des Stiels scheidenartig verbreitertem Blatt, das an der Spitze den stark zusammengezogenen fertilen Abschnitt trägt: *Osmunda regalis* L.

— Sporangium mit einem elastischen Ring aus stärkern Zellen umgeben, durch einen Querriss sich öffnend. Pflanzen mit Sporangiengruppen (Sori) auf der Rückseite der Spreite. 4.

3. Steriler Blattteil ganzrandig, oval, fertiler eine lang gestielte lineale Ähre mit zweizeilig angeordneten Sporangien: *Ophioglossum vulgatum* L.

— Steriler Blatteil geteilt, fertiler eine kurz- bis langgestielte sporangientragende Rispe: *Botrychium* Sw. 22.

4. Sori mit deutlichem, von der Blattfläche abgesetztem Indusium, nicht randständig. 5.
— Sori randständig und durch den indusiumartig umgeschlagenen Teil des Blattrandes bedeckt. 11.
— Sori ohne Indusium oder indusiumartige Randbedeckung. 14.
5. Sori rundlich, dorsal auf dem fertilen Nervchen. 6.
— Sori länglich bis lineal. 8.
6. Indusium oberständig zum Sorus, schildförmig rund oder nierenförmig, central oder seitlich befestigt. Grössere Pflanzen, meist mit mindestens doppelt fiederschnittigen Blättern: *Aspidium* Sw. 27.
— Indusium unterständig. 7.
7. Indusium halbdütenförmig mit gelapptem Rande, bald hinfällig. Blätter stark dimorph: sterile doppelt fiederschnittig, fertile kolbenförmig, bei der Reife braun, mit walzlich eingerollten, die Sori einhüllenden Fiedern. Pflanze gross: *Struthiopteris Germanica* Willd.
— Indusium ovallanzettlich, schwach gezähnelt. Blattstiel ungegliedert. Blatt mehrfach fiederspaltig. Pflanzen nicht gross, zart, schwachbeschuppt: *Cystopteris* Bernh. 37.
— Indusium tief zerschlissen, den Sorus kragenförmig umgebend. Blattstielbasis gegliedert. Kleine, kaum zweifach gefiederte meist stark spreuschuppige alpine Pflanzen: *Woodsia* R. Br. 39.
8. Sori an den Seitennerven, schief oder senkrecht zur Costa des fertilen Blattabschnitts oder Blattes. 9.
— Sori parallel der Costa der fertilen Fieder und fast so lang als sie. Indusium lineal, gegen die Costa sich öffnend. Mittelgrosse, starr lederige Pflanze, einfach gefiedert, dimorph: Fiedern des fertilen Blattes stark verschmälert: *Blechnum Spicant* With.
9. Sori rechtwinklig zur Costa des einfachen ganzrandigen Blattes, an den parallelen Seitennerven. Indusien lineal, je zwei mit den freien Rändern genähert. *Scolopendrium vulgare* Sm.
— Sori an den Seitennervchen der fertilen Blattabschnitte der einfach bis mehrfachgefiederten Blätter, schief nach der Costa der Fieder, die Öffnung des länglichen Indusiums gegen dieselbe gewendet 10.
10. Grosse Pflanze, Gefässbündel des Blattstiels nach oben im Querschnitt hufeisenförmig verbunden. Zellwände der Spreuschuppen zart. Blatt zwei- bis dreifach gefiedert. Sorus klein, oval, Indusium oft über den Nerv hufeisenförmig übergreifend. *Athyrium Filix femina.* Roth.
— Kleinere Pflanzen. Gefässbündel des Stiels im Querschnitt nicht hufeisenförmig verbunden. Zellwände der Spreuschuppen gitterartig verstärkt. Sori länglich bis lineal, Indusium selten übergreifend. *Asplenium* L, 41.

11. Sori lineal dem Blattrand folgend. 12.
— Sori rundlichoval, in Abständen am Blattrand sitzend. 13.
12. Wurzelstock kurz, aufrecht, schwach beschuppt. Blätter gebüschelt einfach gefiedert oder nur die untersten Fiedern gespalten. Fiedern verlängert, lanzettlich, über 1 Decimeter lang, ganzrandig oder gezähnelt. Tessin. *Pteris Cretica* L.
— Wurzelstock lang kriechend, behaart, Blatt einzeln, sehr gross, 3 bis 4 fach fiederspaltig, letzte Abschnitte kammförmig, zahlreich, kurz, dreieckig länglich *Pteridium aquilinum* Kuhn.
13. Blatt mehrfach gefiedert, letzte Abschnitte abgerundet mit keiliger Basis, zart, 1 cm. breit, an haardünnen Stielen. Stiele schwarz, glänzend. Sori mehrere am Aussenrande der Abschnitte, auf zurückgeschlagenen, indusiumartigen, rundlichen Läppchen sitzend. *Adiantum Capillus Veneris* L.
— Blatt klein, lederig, deltoid oval, dreifach fiederspaltig, Fiedern klein, schmal, gekerbt. Stiel braun, starr, beschuppt. Sori von dem umgebogenen scariosen Blattrand verdeckt, zuletzt zusammenfliessend. Xerophiler Farn unserer Südgrenze. *Cheilanthes fragrans* Webb.
14. Sori rundlich. 15.
— Sori länglich den fertilen Nervchen folgend, bei der Reife oft zusammenfliessende Massen bildend. 19.
15. Blattstiel an der Basis gegliedert, Rhizom dorsiventral, kriechend, Spreite einfach fiederschnittig, Sori je in einer Reihe längs der Costa der Fieder. Blatt sommer- bis immergrün. Ein Gefässbündel im Blattstiel: Seitennerven meist ein- bis zweifach gabelig. *Polypodium vulgare* L.
— Wie vorige, aber grösser, Blatt wintergrün, im Sommer welkend. Mehrere Gefässbündel im Blattstiel. Seitennerven 3 bis 4 gabelig. Subspec. *Polypodium serratum* Willd.
— Blattstiel an der Basis ungegliedert. Spreite doppelt bis mehrfach fiederschnittig. 16.
16. Rhizom aufrecht, kurz, Blattstiel kurz, an der Basis angeschwollen, Pflanze gross, Spreite oval, länglich, sehr stark zerteilt. Sori rund, klein (zuweilen mit ganz kleinem, verkümmertem, seitlichem Indusium). *Athyrium alpestre* Rylands.
— Rhizom lang kriechend, Blattstiel dünn, so lang als die deltoide Spreite, Pflanzen ziemlich klein. 17.
17. Zwei Gefässbündel im Blattstiel, nach oben sich in eine Rinne vereinigend, Spreite behaart, Spindel mit alternierenden Lappen geflügelt, Fiedern breit ansitzend. *Aspidium Phegopteris* Baumg.
— Zwei getrennt bleibende Gefässbündel im Blattstiel, untere Fiedern gestielt, mit knotig gegliederten Insertionen der Stielchen. 18.

18. Rhizom sehr dünn, glänzend schwarz, Pflanze kahl, kupfergrün, die drei Teile der Spreite ungefähr gleich gross, Sori entfernt stehend. *Aspidium Dryopteris* Baumg.
— Rhizom dunkelbraun, matt, Pflanze kurz drüsig behaart, trübgrün, Endteil der Spreite grösser als die Seitenteile, Sori gedrängt. *Aspidium Robertianum* Aschers.
19. Frühlingspflanze, klein, zart, einjährig, kahl, Spreite dreifach gefiedert, fertile Blätter länger gestielt als die sterilen, Sori längs den fächerig gestellten Nervchen. An unserer Südgrenze *Gymnogramme leptophylla* Desv.
— Pflanze perennierend. 20.
20. Pflanze klein, krautig, kahl, dreifach fiederschnittig, dimorph: Abschnitte der sterilen Blätter oval, keilig, tief gezahnt, der fertilen halbcylindrisch eingerollt, die kurzen, aber in eine längliche Masse zusammenfliessenden Sori mit den Rändern umhüllend. Alpen. *Allosorus crispus* Bernh.
— Pflanzen derb, unterseits dicht mit braunen Spreuschuppen bedeckt 21.
21. Blatt langgestielt, Spreite ovallanzettlich, doppeltfiederschnittig. Sori in Linien längs den gegabelten Nervchen bis zum Blattrande. Südgrenze *Notholæna Marantæ* R. Br.
— Blatt kurzgestielt, Spreite länglich, einfach alternierend gelappt. Sori seitlich an den Nervchen, schief zur Costa. *Ceterach officinarum* Willd.
22. *Botrychium.* Steriler Blattteil breit deltoid, 2 bis 4 fach fiederschnittig, Spaltöffnungen nur auf der Unterseite. Pflanzen in der Jugend etwas behaart 23.
— Steriler Blattteil länglich bis oval deltoid, einfach gelappt bis doppelt fiederschnittig, Spaltöffnungen beiderseits. Pflanzen kahl 24.
23. Pflanze klein. Blattstiel mit einem Gefässbündel. Abschnitte letzter Ordnung des sterilen, gestielten Blattteils rundlich oval, gekerbt, ohne Mittelnerv. Textur lederig. *Botrychium ternatum* Thnbg.
— Pflanze grösser. Blattstiel mit drei und mehr Gefässbündeln. Steriler Blattteil ungestielt, stark zerteilt, Abschnitte schmal, scharf gezähnt bis fiederspaltig, mit einem Mittelnerv. *Botrychium Virginianum* Sw.
24. Steriler Blattteil länglich, einfach gelappt, seltener an der Basis geteilt, an oder unter der Mitte der Pflanze abzweigend. Lappen ohne Mittelnerv 25.
— Steriler Blattteil ovaldeltoid, doppelt fiederteilig, über der Mitte der Pflanze nahe der fertilen Rispe abzweigend, sitzend. Letzte Abschnitte mit Mittelnerv 26.
25. Steriler Blattteil länglich, fast sitzend, in der Mitte der Pflanze

abzweigend, mit 6 bis 8 halbnierenförmigen Lappen jederseits. Pflanze ziemlich gross. *Botrychium Lunaria* Sw.

— Steriler Blattteil breiter, mit dreieckiger und oft dreigeteilter Basis, nahe der Blattbasis abzweigend, deutlich gestielt, Lappen stumpfkeilig, 2 bis 4 jederseits, fertiler Blattteil sehr lang gestielt, Pflanze sehr klein, 3 bis 5 cm lang. *Botrychium simplex* Hitchk.

26. Letzte Abschnitte des sterilen Blattteils rundlich stumpf. *Botrychium ramosum* Aschers.

— Letzte Abschnitte des sterilen Blattteils spitz *Botrychium lanceolatum* Angstr.

27. *Aspidium.* Indusium schildförmig. Textur des Blattes lederig, Fiederchen stark einseitig geöhrelt, Zähne grannig bis weichstachelig. *Polystichum* Roth 29.

— Indusium nierenförmig, Textur krautig, Zähne nicht weichstachelig begrannt 29.

28. Gefässbündel des Blattstiels 4 bis 10, nicht vereinigt, im Querschnitt in einem nach oben geöffneten Bogen. Sori mittelständig, nur an einem Ast des Seitennerves, Indusium bleibend. *Lastrea* Bory ex parte. 32.

— Zwei Gefässbündel, die sich nach oben in eine Rinne vereinigen. Pflanzen von dünner Textur, meist drüsig. Seitennerven an beiden Gabelästen Sori tragend. Indusium klein, vergänglich. *Hemestheum* Newm. 36.

29. Spreite einfach gefiedert, lineal lanzettlich, sehr kurz gestielt, Fiedern kurz, sichelförmig, stark geöhrelt. *Aspidium Lonchitis* Sw.

— Spreite doppelt fiederschnittig. 30.

30. Spreite kurz gestielt, in die Basis verschmälert, Fiederchen sitzend bis breit gestielt. 31.

– Spreite länger gestielt, in die Basis nicht oder kaum verschmälert, weichlederig, halbwinterhart, Fiederchen zahlreich, eher klein, kurz aber dünn und abgesetzt gestielt, stumpfeckig, plötzlich in eine Granne endigend. Fiedern lang zugespitzt, Sori klein, zahlreich, nicht zusammenfliessend, an den fertilen Nervchen subterminal. *Aspidium aculeatum* Sw.

31. Spreite starrlederig, winterhart, Fiedern lang zugespitzt, Zähne stechend begrannt, Sori gross, zusammenfliessend, auf dem Nervchen mittelständig. *Aspidium lobatum* Sw.

— Spreite weichhäutig, nicht winterhart, Fiedern sehr kurz zugespitzt, Fiederchen gross, wenig zahlreich, zart begrannt, Sori wenige, sehr gross, an den Nervchen subterminal. *Aspidium Braunii* Spenn.

32. Blattstiel fest, elastisch, viel kürzer als die in die Basis ververschmälerte oder doch nicht verbreiterte Spreite. 33.

– Blattstiel dünn, zerbrechlich, nahezu so lang als die aus breiter Basis deltoide bis lanzettliche Spreite. 34.

33. Indusium kahl, Pflanze gross, meist schwach spreuschuppig, nicht drüsig, Spreite in die Basis verschmälert, Fiedern locker, Abschnitte, bes. obere breit ansitzend, namentlich vorn gezähnt, meist stumpf. *Aspidium Filix mas* Sw.

– Indusium drüsig behaart, Pflanze ziemlich klein, stark spreuschuppig und zugleich drüsig (nach Äpfeln riechend). Spreite gegen die Basis kaum verschmälert, Fiedern kurz, gedrängt, etwas nach oben gerichtet, Abschnitte spitz oval, tief spitzig gesägt, unterste etwas gestielt. Alpin. *Aspidium rigidum* Sw.

34. Spreite lanzettlich, fast einfach gefiedert, Fiedern des obern fertilen Blattteils aufwärts gedreht, untere Fiedern breit dreieckig länglich, stumpf, tief gekerbt, Kerben gezahnt, untere an der Basis tief eingeschnitten, Sori gross, Indusium kahl. Sumpfpflanze. *Aspidium cristatum* Sw.

– Spreite aus deltoider Basis oval, mindestens zweifach fiederschnittig, Sori und Indusium kleiner. 35.

35. Pflanze gross, Spreuschuppen des Blattstiels gelb mit tief braunem Centrum, untere Fiedern länglich, wenig entfernt, Spreite 3 bis 4 fach fiederschnittig, Fiedern lang zugespitzt, Fiederchen tief zerteilt, Abschnitte meist schmal, buchtig. Sori grösser, Indusium meist drüsig gewimpert. *Aspidium dilatatum* Sw.

– Spreuschuppen des Blattstiels hellgeblich, Spreite zweifach fiederschnittig, Spitze der Spreite ovallänglich, unterste breiteste Fiedern entfernt, dreieckig oval, Fiedern kurz gespitzt, Fiederchen oval, nicht tief eingeschnitten. Sori klein, Indusium meist kahl. Subspec. *Aspidium spinulosum* Sw.

36. Rhizom aufrecht, Blätter gebüschelt, gross, Spreite in die Basis verschmälert, dicht drüsig (nach Äpfeln riechend). Sori nahe dem Rande. *Aspidium montanum* Vogl.

– Rhizom lang kriechend, Blätter zerstreut, mittelgross, Spreite lang gestielt, in die Basis nicht verschmälert, schwach drüsig. Sori zusammenfliessend, mittelständig, aber der Rand des fertilen Abschnitts darüber zurückgeschlagen. *Aspidium Thelypteris* Sw.

37. *Cystopteris*. Rhizom kurz, dick, liegend, Blätter gebüschelt, ovallanzettlich. 38.

– Rhizom langkriechend, dünn, Blätter einzeln, Spreite sehr lang gestielt, breit deltoid, vierfach zerteilt *Cystopteris montana* Bernh.

38. Blattabschnitte ovallanzettlich, Nervchen in die Spitze der lanzettlichen Zähne verlaufend. *Cystopteris fragilis* Bernh.

– Blattabschnitte lineallanzettlich bis lineal und auf den schmal ge-

flügelten Nerv reduziert, letzte Abschnitte oft gestutzt, zweizähnig, Nervchen oft in deren Bucht verlaufend. Pflanze kleiner, Fiederchen und Abschnitte gedrängt. Alpin. Subspec. *Cystopteris regia* Prsl.

39. *Woodsia.* Alpenpflanzen. Blatt kahl oder fein kurz und sparsam behaart, nur die Stielbasis spreuschuppig. Fiedern klein, breit keilig, tief eingeschnitten, Lappen keilig spitzlich. Pflanze sehr klein, fraglich für unsere östlichen Alpen. *Woodsia glabella* R. Br.

— Blatt spreuschuppig. 40.

40. Klein, Blatt dünn, zerstreut spreuschuppig, Fiedern aus breiter Basis stumpf oval, mit je 2 bis 3 stumpfen Lappen jederseits. *Woodsia alpina* Gray

— Grösser, Stiel derber, Pflanze stark rötlich spreuschuppig, Fiedern verlängert oval bis lanzettlich, mit 5 bis 6 länglichen Abschnitten jederseits. *Woodsia ilvensis* R. Br.

41. *Asplenium.* Blätter einfach gefiedert, kurz gestielt, Fiedern klein, zahlreich, meist rundlich. 42.

— Blätter lang gestielt, Spreite kurz, unregelmässig dreiteilig oder dichotom mit Endlappen. Lappen lineal, spitz gezähnt. *Asplenium septentrionale* Sw.

— Blätter doppelt bis mehrfach fiederschnittig. 43.

42. Spindel rotbraun elastisch kantig, schmal geflügelt. *Asplenium Trichomanes* L.

— Spindel grün, weich, stielrund mit Furche *Asplenium viride* Huds.

43. Blatt sehr kurz gestielt, Spreite ovallanzettlich in die Basis verschmälert, doppelt bis dreifach fiederschnittig, Abschnitte klein, gedrängt, keilig oval, fein zugespitzt. Spindel grün. Sori öfters über den Nerv übergreifend. Kleine Pflanze. *Asplenium fontanum* Bernh.

– Blatt lang gestielt, Spreite aus breitester Basis deltoid, oval oder verlängert schmal. 44.

44. Spreite lineallanzettlich verlängert, oben einfach, an der Basis doppelt gefiedert, Fiedern und Abschnitte schmalkeilig, gestutzt, vorn gezahnt. Blattstiel dünn, lang, rotbraun. Kleine Pflanze. *Asplenium Germanicum* Weis.

— Spreite deltoid-oval. 45.

45. Kleine Pflanze mit dreifach gefiederter Spreite, lockern ovalen oder rhombisch-keiligen gestielten Abschnitten, vorn kurz gezahnt. Blattstiel grün, Textur weich lederig, glanzlos. Indusium gezähnelt-gewimpert. *Asplenium Ruta muraria* L.

— Grössere Pflanze mit deltoid-ovaler bis lanzettlicher Spreite, 2 bis 4 fach gefiedert, Abschnitte meist gedrängt, verlängert oval keilig, oft scharf zugespitzt, tief scharf gezahnt, Blattstiel steif, glänzend

rotbraun, Textur straff lederig, Fläche glänzend, Indusium ganzrandig. *Asplenium Adiantum nigrum* L.

— Wie vorige, aber grösser, untere Fiedern stark verlängert, nach der Spitze des Blattes zu aufwärts gebogen, Abschnitte schmal lanzettlich bis lineal, stark liegend gesägt-gezähnt. An unserer Südgrenze. Subspec. *Asplenium Onopteris* L.

46. Im Schlamm wurzelnde Pflanzen mit dorsiventralem kriechendem Rhizom, in der Knospenlage spiralig eingerollten Blättern; Sporocarpien hartwandig, zwei- bis mehrfächerig, auf kurzen Stielen achselständig am Grund der langen sterilen Blätter. 47.

— Schwimmende Pflanze mit verzweigtem Stämmchen, an dem Quirle sitzen, die aus je zwei ungeteilten rundlichen Schwimmblättern und einem wurzelähnlichen, zerschlitzten, untergetauchten Wasserblatt bestehen. Die häutigen einfächerigen Sporocarpien sitzen zu zwei oder mehreren an der Basis des Wasserblattes. *Salvinia natans* All.

47. Sterile Blätter binsenartig, stielrund fadenförmig zugespitzt. *Pilularia globulifera* L.

— Sterile Blätter lang gestielt, Spreite aus vier keilig dreieckigen vorn gerundeten Blättchen bestehend. *Marsilea quadrifolia* L.

Specieller Teil.

I. Filices.

L. Gen. Plant. Ed. I. 322, ex part.

A. Polypodiaceæ.

Mart. Icon. Crypt. Brasil 83.
Polypodieæ Prantl. Bot. Garten Breslau I. 17

Polypodium.

L. gen. Plant Ed. I. 322. Luerss. 52. Aschers. 93.

1. P. vulgare.

L. Spec. Plant. Ed. I 1085. Luerss 53. Aschers. 94.

Hab. Der Typus oder die nördliche Form ist, wie überall in Mitteleuropa, auch in der Schweiz ganz allgemein verbreitet. Er hat Habitus und Ausrüstung eines tropischen Epiphyts: auch sind die Standorte in der Regel sehr geschützt und bieten ein weit milderes Localklima als das allgemeine. Fehlt bei uns, ohne eigentlich häufig zu sein, nur in der eigentlichen Alpenregion und in den sehr trockenen untersten Lagen.

Auffallend hohe Standorte sind Muottas O. Engadin 1800 m. *M. Candrian.* Nuttauns ob dem Silvaplaner-See 2000 m. *Coaz.* Bernardino 5100—5300 *Brügger.* Zermatt Heubalm 1800 m.! Bützistockgipfel C. Glarus nahe 8000′ *Fischer-Oster.*

Ich führe die von den Autoren unterschiedenen Varietäten an, die bei uns gefunden sind, wobei zu sagen ist, dass sie sehr oft nicht scharf charakterisiert sind, sondern — sogar auf demselben Rhizom — ineinander übergehen. Die als Typus zu betrachtende Form ist

Var. commune Milde fil. Europ. 18

mit lanzettlicher, ziemlich schmaler Spreite (5 bis 6 cm.) eher weiten Buchten zwischen den meist zahlreichen: 12 bis 15 Abschnitten; diese ziemlich schmal: $^3/_4$ cm., bis gegen die Spitze gleich breit, dann plötzlich zugespitzt, nach vorn gesägt.

Hab. Überall zerstreut, nur in den untersten Lagen von Tessin und dem Rhonethal in der Nähe des Genfersees durch die Subspec. serratum Willd. ersetzt und hier erst im feuchtern Waldgebiet: z. B. Rossa Calanca. Valetta di Fregiera Locarno *Franzoni.* Ponte Brolla! und Solduno! noch im O. Wallis *J. J. Bernoulli.* Zermatt! Im O. Engadin Bevers sous les melèzes *Favrat.* Samaden *M. Candrian.* Lac Tanay 1400 m.! Sehr grosse Form von den Dimensionen der Subspec. serratum aber den Charakteren des commune Gesslersburg bei Küssnacht Herb. Luzern. Sontenberg ob Weggis Herb. Luzern.

Subvar. sinuosum.

Grössere Exemplare mit auffallend breiten Buchten zwischen den Abschnitten, so dass die Abstände der letztern um mehr als die eigene, bis zu der doppelten Breite getrennt sind, was der Pflanze einen sehr veränderten Habitus giebt, indem die Abschnitte sehr entfernt alternieren.

Hab. besonders schattige, subalpine Standorte: Lac Tanay 1400 m.! Engelberg 1200 m.! Brünig 1000 m.! Val Furva 1600 m. *E. Levier;* versus sinuosum Figino bei Lugano *Wirtgen.* Dieselbe vom Harz Ilfeld *C. Osswald.*

Kümmerform ist:

Subvar. pygmæum Schur. Enum. Transilv. 830.

Pflanze nur einige cent. lang, Stiel sehr kurz, Spreite dreieckig oval, mit wenigen Abschnitten, aber reichlich fructifizierend.

Hab. Hie und da neben der Normalform, zuweilen auch allein und in Anzahl. Pontresina au glacier *E. Burnat.* St. Moritz Engadin *E. Burnat.* S. Leonard Wallis *E. Burnat.* Zermatt 1800 m.!

Subvar. rotundatum Milde fil. Europ. 18.

Wie commune, allein die Abschnitte vorn ohne Verschmälerung zugerundet, Habitus dadurch sehr abweichend.

Diese sonst seltene Form ist, mit der Normalform vielfach und selbst auf gleichem Rhizom gemischt, besonders in unserer See- und Föhnzone nördlich der Alpen verbreitet.

Hab. Sponthal Glarus 1500 m. *Schrœter, F. v. Tavel.* Zürichberg *Lehmann.* Kehrsiten! Giessbach! Sandsteinfels Ulmitzberg Bern *L. Fischer.* Gueuroz U. Wallis *Favrat.* Morcles *Jaccard.* Chillon!

Versus rotundatum: Au dessus de Neuchâtel *Sire.* Axenstein *Eggler.* Giebel Mythen und Rossberg *Rhiner.* Emmetten *L. Fischer.* Herrenrüti Engelberg! hier auch mit kammförmig dicht gestellten Abschnitten. Reichenbach Meyringen *F. v. Tavel.* Kreuzegg Toggenburg *J. Hegi.* Muottas N. Hang Engadin *Candrian.* Tourbillon *Wolf.* Locarno *Franzoni.* Barbengo *Wirtgen.*

Ein rotundatum mit sehr kurzen Abschnitten und daher bloss $2^1/_2$ cm. breiter Spreite ist nach einem Orig. Ex. von *Hausmann* Bozen 1853 im Herb. Kneucker: var. angustum Hausm. nach Milde fil. Eur. 48. In der Schweiz wohl auch zu finden.

Var. platylobum.

Eine bisher noch nicht unterschiedene, aber deutlich ausgeprägte var. Die obere Figur auf Tab. I bei Moore nat. print. Brit. ferns. Octav. I. stellt sie sehr deutlich vor.

Spreite nicht lanzettlich, wie bei commune, sondern breit oval, mit deltoider Basis, in Folge der oft vorherrschenden untersten Fiedern viel breiter: 6 bis 9 cm. Abschnitte weniger zahlreich, meist 10 unter der Spitze, aber breiter: ca. 1 cm. stumpf oval endend, Textur fleischiger, Sori grösser, Nerven häufig dreifach gegabelt. Diese var. tritt besonders häufig mit geöhrelter Basis des untersten Fiederpaars auf, und wird oft als var. auritum Willd. bezeichnet, aber der geöhrelte Lusus kommt bei *allen* Varietäten nicht selten vor, selbst bei v. stenolobum.

Hab. Tessin: Sorengo, mit dem l. auritum *Wirtgen.* Rovio *id.* Novaggio, einige Exemplare geöhrelt! Rigi Vitznau! Muottas O. Engadin *Candrian* ebenfalls geöhrelt. Diese var. habe ich auch vom: Harz *Osswald.* Gera Reuss Endschütz und Stadtwald *Dr. Naumann.* Unteressendorf Würtemberg *Probst* (geöhrelt). Swinemünde Pommern *C. Bolle* (geöhrelt). England *Ch. Bailey.* Rhön Nassau *Goldschmidt.* Pterid. Wirtg. 132. Nassau Taunus *Müller* Pterid. Wirtg. 23. b (geöhrelt). Saffenburg Ahr *Wirtgen.* 20. Drachenfels *Wirtg.* 19. b (stark geöhrelt).

Var. stenolobum.

Gegensatz zu platylobum: Spreite ähnlich commune aber Abschnitte sehr zahlreich: 20 bis 30 Paare, sehr schmal, lineal 2 ctm. lang auf 4 bis 5 mm. Breite, fast ganzrandig, spitz. Habitus sehr verändert, ähnlich P. plebejum Schlecht. Mexico's. Nerven meist nur einmal gegabelt.

Hab. Locarano *Mariani.* Novaggio! Pietro Pombio bei Lugano *Wirtgen.* Giessbach Herb. Turic. So auch Harz *Osswald.*

Versus stenolobum: Herrenrüti Engelberg! Kriensbach Herb. Luzern. Mit sehr breiten Buchten zwischen den schmalen Abschnitten Gurtendorf Bern *E. Fischer.*

Var. attenuatum Milde fil. Europ. 18.

Grössere, stärkere Form mit zahlreichen Abschnitten oft von der Breite des platylobum. Nerven häufig dreigablig, das Blatt verlängert breit lanzettlich, die Abschnitte zahlreich, von der Basis an allmälich zugespitzt, also verlängert dreieckig und längs dem ganzen Rande liegend gesägt, oft spitz.

Hab. Form der wärmeren Gegenden, in der Schweiz mindestens so häufig als commune, namentlich in tiefern Lagen, um den Genfersee, an den Seen am N. Fuss der Alpen.

Z. B Tessin Locarno *Franzoni.* Ponte Brolla! Morcles *Jaccard.* Roche *Favart.* S. Triphon *Secrétan.* Sion *Wolf.* Nuttauns ob dem Silvaplanersee 2000 m. *Coaz.* Gegend von Genf *Reuter, Paiche.* Audessus de Neuchâtel *Sire.*

Subvar. alatum.

Grosse Form mit ziemlich stumpfen, kaum gesägten Abschnitten, die nicht zur Spindel eindringen, sondern einen jederseits 3 mm. breiten Flügel lassen, was den Habitus verändert.

Hab. M. Vergy Savoyen Herb. Bernens. Audessus d'Hauterive et Vorin 1835 Herb. Godet.

Subvar. acutum Moore nat. printed Brit, ferns Octavo I Tab. 2 A.

Ein attenuatum, aber mit nahezu ganzrandigen und sehr spitzen Abschnitten. In der Schweiz meist bloss versus acutum.

Hab. Novanco bei Lugano *Wirtgen.* Lutry Mauern *Rosine Masson.* Versus acutum: Haardt bei Basel *D. Käppeli.* 1855 Herb. Luzern. Bernardino Kurort 5100—5300′ *Brügger.* Bützistockgipfel, Glarus nahe 8000′ *Fischer-Ooster.* Thonon *E. Ayasse.* Crête de la montagne de Don Savoye mit geflügelter Spindel *Briquet.*

Zu bemerken ist übrigens, dass alle Blätter von P. vulgare im unentwickelten Zustand spitze, ganzrandige Abschnitte zeigen und sich die Zahnung derselben erst am voll entwickelten Blatt deutlich zeigt.

Subvar. prionodes Aschers 94. P. vulgare v. serratum Moore (non Willd) nat. print. Brit. ferns Octavo I 3 B.

Sehr grosses attenuatum, mit tief gezahnten bis gelappten Abschnitten und dadurch der var. crenatum der Subspecies serratum ähnlich, mit Neigung zu luxurianter und monströser Entfaltung der Lappen der untern Fiedern.

Hab. Morcote *Wirtgen.* U. Wallis *Wolf.*

Subvar. stenosorum.

Eine sehr merkwürdige Abänderung des attenuatum mit lanzettlichen, schief stehenden Sori von $2^1/_2$ mm Länge und $^1/_2$ mm Breite, anscheinend meist fehlschlagend und wenige entwickelte Sporangien tragend. Kommt oft nur an einem Teil der Fiedern vor, während einige Fiedern an derselben Pflanze runde, voll entwickelte Sori tragen. An einem Exemplar der var. omnilacerum aus Irland Klogher *Kane* sind ähnliche längliche aber sehr sporangienreiche Sori vorhanden. Bekanntlich kommt bei einigen tropischen Polypodien diese Erscheinung oft vor. Überhaupt

erscheint die Spalte des Gewebes, in dem die Sporangien bei Polypodium vulgare befestigt sind, öfters nicht rund, sondern etwas länglich, was sich nach dem Abstossen der Sporangien erst zeigt, während die Sporangienhaufen selbst rund erscheinen. Bei der subvar. stenosorum ist die Erscheinung sehr auffällig.

Hab. Rovio in Anzahl *Wirtgen.*

Der bei Lowe our native ferns I 52. 35 abgebildete lusus suprasoriferum Wollast., mit Sori am Rande und sogar auf der Oberseite, ist bei uns noch zu suchen. Ich habe ihn von Rudigsdorf Harz *Osswald.*

Areal der Art

in der Beschränkung auf die bisher geschilderten nördlichen Formen.

Ich führe bei Angabe dieses merkwürdigen Areals die, eine auffallende Übereinstimmung mit unsern var. zeigenden fremden Formen ausführlich nach meinem Herb. an:

1. Ganz Europa bis zur subarctischen Zone in sämtlichen oben verzeichneten var. Nur in den heissesten Küstenländern auf die Gebirge reduziert.
2. Tibet nach Hope.
3. In Japan eine kleine, der v. stenolobum nahe, aber mit sehr dichten Abschnitten und schmälerer Spreite versehene Form *Faurie,* und eine durch halbkreis- bis kreis-, ja spiralförmig sich rollende Spindel ausgezeichnete, noch kleinere, meist mit Goniphlebien-Nervatur versehene Form: P. *Fauriei* Christ. Bullet. Boiss. IV 10. Oct. 1896. 672.
4. Im östlichen Amerika selten und sehr zerstreut:
   v. commune: Washington D. C. *Mabel Miles.* Smithfield Rh. J. *W. W. Bailey.*
   v. rotundatum: Ellisons Bay Door Wisc. *Schuette.*
   versus rotundatum: Egg harbour Wisc. *Schuette.*
   Virginia Allegh. Hb. Kew. Niagara Hb. Kew.
   v. versus attenuatum: Ohio *Færste.*
5. Im Küstengebiet von N.-W. Amerika von Californien bis Washington die bes. var. *falcatum* (Polypodium Kellog.) mit sehr fein und dicht gesägten, fein zugespitzten, etwas gebogenen Abschnitten. Ganz nahe steht auch P. *Californicum* Klfs. Ex. fil. 102 mit Neigung zu anastamosierenden Nerven (Goniphlebium.)
6. Im extratropischen S. Afrika:
   var. commune Boschberg Sommerset East. Hb. Kew. Tafelberg *Ecklon und Zeyher.*
   var. rotundatum Natal Inanda *Wood.*

2. Subspecies P. serratum.*)

Willd spec. plant. V 173. Luerss. 59. Aschers. 97.

Von dem nördlichen Typus verschieden als geographische (mediterrane) Unterart durch den biologischen Charakter einer wintergrünen Pflanze mit Sommerruhe, durch grössere Dimensionen, dickern meist zwei getrennte Gefässstränge zeigende Stiele, an der Basis deltoide ovaldreieckige Spreite, die unten am breitesten ist, lederig fleischige Textur, grössere zahlreichere Sori. Dimensionen der Spreite 20 auf 12 bis 25 auf 15 cm. Abschnitte horizontal parallelrandig, relativ schmal: $^3/_4$ cm., meist scharf gesägt. Nerven 3 bis 4 gabelig. Buchten schmal.

Hab. Felsen und Mauern der wärmsten Region:

1. Im Becken der insubrischen Seen:

Becken des Lago Maggiore: Von Ascona abwärts an den Felsen der Strasse und deren Stützmauern gegen Brissago! in Menge und in ganz so ausgeprägter Gestalt und Grösse wie in S. Italien, Capri, Sorrento etc. Anf. Mai mit reifen Sori. Valletta di Frezina Locarno *Franzoni.*

Becken des Lago di Lugano: Gandria *Mari.* Sasso bei Gandria *F. v. Tavel. Wirtgen.* Val Solda S. Mamette! im October mit frisch entwickelten noch weichen Blättern und erst angedeuteten Sori.

Melano-Rovio Fuss des Generoso *Wirtgen.*

2. Rhonethal am obern Ende des Genfersees, hier mit meist scharf gezähnten Abschnitten:

S. Triphon *Gremli, Jaccard, Favrat.* Arvel *Jaccard.* La Praise bei Roche *Jaccard.* Vionnaz, Vouvry, Massonger, Vernayaz, Grottes des Fées bei S. Maurice *Wolf.*

Die Subspecies serratum bietet Varietäten, die mit denen des nördlichen Typus parallel gehen:

Subvar. rotundatum.

Mit vorn plötzlich zugerundeten Abschnitten.

Hab. Val Solda! S. Triphon *Gremli.*

---

*) Die biologische Verschiedenheit des P. serratum und des nördlichen Typus zeigt sich deutlich gegen Ende des Sommers. Alsdann entwickelt sich erst das serratum und ist zart und saftig, mit noch ganz unentwickelten Sori, während es im Frühling erwachsen ist und reife Sori trägt, um im Lauf des Sommers zu vergilben und zu welken.

Der nördliche Typus des P. vulgare entfaltet sich im Frühling, hat Ende des Sommers bereits reife Sori und dauert auch in den Winter hinein aus. Wo beide Formen zusammentreffen, ist dieser Unterschied meist deutlich wahrnehmbar.

Dabei aber ist nicht zu übersehen, dass ausnahmsweise Formen vorkommen, die im Herbar sehr schwer zu erkennen und nicht ohne Zweifel dem P. serratum oder dem P. vulgare, v. attenuatum zuzuweisen sind. Siehe Aschers syneps I 95. Solche Formen sind mir einzelne aus U. Wallis begegnet: sie gehören aber nach ihrer Entwicklungszeit doch zu letzterer Form.

Var. stenolobum.

Mit auffallend schmalen, nur $^1/_2$ bis 1 cm. breiten, linealen, fast ganzrandigen, langen Abschnitten.

Hab. Val Solda!

Vouvry *O. Wolf.*

Subvar. Caprinum.

Vielleicht zum Teil v. pumilum Hausm. bei Luerss. 58.

Das Analogon der Subvar. pygmæum von P. vulgare v. commune kleine Form, mit breit deltoider Spreite. Stiel 10 bis 12 cm. Spreite 12 bis 15 cm. lang und 5 bis 9 cm. breit, Abschnitte horizontal, breit lineal 1 cm. breit, 6 bis 8 jederseits, reichlich fructificierend.

Hab. Monte Caprino, Lago di Lugano. *Wirtgen.* Diese Zwergform ist verbreitet in der Mittelmeerzone: Fiesole! Capri!

Var. crenatum.

(Wollast.) Moore Brit. nature print. ferns III 13.

Abschnitte tief, bis zu $^1/_3$ der Lamina und tiefer grob eingeschnitten gezähnt, unterste oft geöhrelt.

Hab. S. Triphon *Jaccard.* Ascona! Melano-Rovio. Spreite bis 11 cm. breit. *Wirtgen.*

Eine weitere monströse Ausbildung dieser Form ist der unregelmässig zerschlissene

Lusus Cambricum (Willd. sp. plant. V 173)

dessen Abschnitte sich gegen die Spitze verbreitern und in Lappen geteilt sind, die sich wiederum vielfach fiederspaltig zerteilen.

Hab. Diese Form, in der Cultur besonders in England häufig, liegt in einem Ex. von Chillon 1845 *E. Burnat* in dessen Herbar, und ist von ihm (in litt.) nur einmal gefunden.

Auch beim nördlichen Typus kommen Öhrchen und eingeschnittene Abschnitte vor, meist aber nur an den untersten Paaren.

Areal der Subspecies.

1. Im westlichen Teil des Mittelmeerbeckens, jedenfalls von Italien an häufig, besonders auf den Inseln und nahe den Küsten, ebenso an der südlichern atlantischen Küste Europas (z. B. Igou Basses Pyrenées Soc. Dauphin 2676) und namentlich auf den atlantischen Archipeln von den Azoren zu den canarischen Inseln. Auf Madeira kommt sie allgemein, die nördliche Form commune als Seltenheit nur auf dem höchsten Gebirg vor *(Moniz.)*

2. An den Küsten von Californien und Oregon in der *Var. Scouleri* (Polypodium Scouleri Hook Grew. 56), die sich nur durch dick lederige Textur, Neigung zu anastomosierenden Nerven und sehr grosse, halb-

kugelig vortretende Sori unterscheidet. Die Form rotundatum erscheint bei ihr die normale.

3. Auf den Sandwichs-Inseln in der *Var. pellucidum* (Polypodium pellucidum Klfs. Enum. fil. 102) nur ganz unbedeutend verschieden von unserer europäischen Pflanze, und sowohl in der zugespitzten Form als in der f. rotundatum, sowie in einer fast bipinnatifiden, mit der f. crenatum durchaus analogen Gestaltung auftretend. Siehe Hooker I cent. ferns. Tab. 44 und 45.

Pterideæ.

Prantl. Bot. Gart. Breslau I. 17.

Pteridium.

Gleditsch in Böhmer fl. Lips. 295 nach Kuhn Bot. v. d. Decken Reise III. 3. 11. Luerss. Farnpfl. 100. Aschers. 82.

3. P. aquilinum.

(Pteris L. spec. pl. Ed. I. 1075.) Kuhn cit. Luerss. 104.

Hab. Dieser kieselhaltige Farn der Waldblössen und Waldränder des vorzugsweise sandigen Bodens überzieht auch bei uns gesellig die geeigneten Stellen der untern Region bis in den Buchengürtel. Auf dem Kalkgebirg besonders da, wo in Folge glacialer Ablagerungen Spuren von Thon und Quarzsand beigemengt sind. Er wird vom tiefen Waldschatten verdrängt, und bleibt daselbst, ehe er ausstirbt, sehr oft bei der dünnkrautigen Textur und der tiefen, rundlichen Kerbung des Jugendstadiums stehen. Er fructificiert meist nur in einzelnen Individuen der Bestände und an warmen trocknen Orten, aber doch noch z. B. bei St. Gallen Solitude *Th. Schlatter*. Den Tannengürtel erreicht er seltener. Im hohen Jura noch bei Ponts C. Neuchâtel *U. Grezet*. Im O. Engadin fehlt er nach *Candrian*.

Abgesehen von den sehr veränderlichen Stufen in der Zerteilung der Abschnitte und der Behaarung der Unterseite, die unmöglich als Varietäten auszusondern sind, bietet er nur eine var. dar:

Var. osmundaceum.

Entwickelte Pflanze kaum 60 cm. hoch, Blatt 25 bis 30 cm. lang, kaum dreifachfiederspaltig, Fiedern nicht oder kaum gestielt. Fiederchen mit breiten, stumpfen Abschnitten: Abschnitte 2 cm. lang $^1/_2$ cm. breit, obere Hälfte der Fiederchen fast ungelappt, 3 cm. lang 7 mm. breit, sehr stumpf. Blattabschnitte doppelt so breit als an den übrigen, auch den tropischen Formen. Die Form fructificiert ziemlich reichlich, und

zwar an den unveränderten (nicht wie bei den andern Formen an contrahierten) obersten Abschnitten. Habitus einer kleinen Osmunda oder noch mehr der Pteris incisa Thnbg.

Hab. Subalpine Varietät: Alveneu 1891 *U. A. v. Salis.* Herb. Helv. An dem Saum des S. Gallo-Waldes bei Premadio 1300 m. ausserhalb unseres Gebietes 1890! und von mir im Herb. Helvet. gefunden aus derselben Gegend: Bormio Aug. 1835 *U. A. v. Salis.* Ebenda *E. Levier* 1899. Casa Antonio Morignone, Torrepiano und S. Maria Maddalena bei Bormio. *Cornaz.*

Lusus crispum.

Bemerkenswerte Monstrosität:

Textur meist dünn krautig, letzte Abschnitte sehr zahlreich, schmal, etwas geöhrelt und mit tief wellig gekerbten und dabei gekräuselten Rändern.

Hab. Granitmauer über Biasca! Madonna di Sasso Locarno *Schinz.* Auch von Killias in Florad Unter-Engadin 1887/1888. 211 bei Tarasp angegeben.

Areal der Art.

Cosmopolitisches Wald-Unkraut durch alle Klimate der Erde, oft in gewaltigen Beständen wuchernd, auch in den Tropen und der östl. Südhemisphäre gemein, und hier in zwei besondern, in Europa fehlenden Formen:

1. Var. *esculentum* (Pteris Forster) mit entfernt stehenden Fiederchen und geflügelten Spindeln.

2. Var. *caudatum* (Pteris L.) mit entfernt stehenden linealen ungeteilten Fiederchen und stark verlängerten, linealen Endabschnitten.

3. Im trockenen S. Afrika tritt hinzu: Var. *Capense* (Pteris Thunbg.) mit dicht stehenden, kurzen dreieckig ovalen Fiedern und sehr dicht kammförmig eingeschnittenen Fiederchen mit kurzen, gedrängt stehenden Abschnitten.

Der Farn fehlt nur im tiefern Süden der westlichen Halbkugel, wo er durch die, ihr habituell gleichende Pteris deflexa Link vertreten wird, und ebenso in der arctischen und vegetationslosen Wüstenzone, sowie in den Gebirgen von der Baumgrenze an.

Pteris.

L. Gen. Plant Ed. I. 322. Luerss. 92. Aschers. 84.

4. P. Cretia.

L. Mantiss. I. 130. Luerss. 94.

Hab. Dieser tropische und subtropische Farn steigt aus dem östlichen Mittelmeerbecken mit Überspringung der lombardischen Ebene

in unsere südlichen Seethäler hinan. Er bewohnt geschützte Schluchten, wo die Winterkälte nicht eindringt, meist mit Aspidium aculeatum oder Adiantum Capillus Veneris, reichlich fructificierend.

1. Becken des Lago Maggiore: Locarno *Haller fil.* Ebenda al Tazzino *Franzoni* 1860. *Christ* 1874. Bei der Birraria Nazionale unter Brione *Mariani, Ed. Fischer.* Entre Locarno et le convent des Capucins *Leresche.* Madonna di Sasso *Käser.* Herb. Lucern. Minusio *J. Muret, Lüscher, Favrat.* Val Verzasca auf Granit *Killias.*

2. Becken des Luganer-Sees: Gandria *Haller fil.* Herb. Delessert. zwischen Gandria und Castagnola Schlucht 300 m. *Mari, F. v. Tavel.*

Areal der Art.

1. Von sehr allgemeiner Verbreitung durch das wärmere Asien von China (in Shen Si bis zum 40° N. Br. *Giraldi*) durch Indien und Vorderasien, Südfuss des Kaukasus, Mittelmeerländer nach W. bis Italien, aber nicht in die westliche Hälfte des Beckens, bis Finale Marina *Bicknell* und Nizza Aspremont vallon de Donares *Vidal* vordringend. Fehlt der atlantischen Küste und den so farnreichen atlantischen Inseln; dagegen in O. und S. Afrika.

2. Zerstreut im subtropischen N. Amerika und Mexico.

Geht vom östlichen Mittelmeer her an die insubrischen Seen: Gardasee, Comersee bei Varenna *Bertram,* Lago Maggiore zwischen Cannero und Ghifa *G. Gibelli.* Ornavasso presso la cava di marmo della Candoglia *G. Gagliardi* 1861. Herb. Franzoni. Aquafraggia: Mairathal bei Chiavenna 1200′ *Brügger.*

Allosorus.

Bernh. Schrad. N. Journ. I. 2. 30. Aschers 86.
Cryptogramme R. Br. in Richardson Botan. Journ. Polar See b. Franklin 767. Luerss. 72.

---

5. A. crispus.

(Osmunda L. Sp. pl. Ed. I. 1067) Bernh. cit.

Hab. Gesellige, rasenbildende Art des Felsgerölls und der Mauern, seltener des anstehenden Felsens im Urgebirg unserer Centralalpen in subalpiner bis in den Anfang der alpinen Höhe, hier verbreitet, aber in den äussern Ketten und im Kalkgebirge fehlend. Dringt in steilen, feuchten Schluchten im Tessin einzeln tief herab.

Ich gruppiere hier die in den Herbarien notierten Standorte:

Gotthard: 1800 m. *Christ,* bis 2200 m. *Coaz.* Schöllenen *Nägeli, Regel.* Amsteg Mayenthal, Urseren *Rhiner.* Göschenen *A. K. Rau.* Susten. *Regel.* Hüfifirn Maderanerthal Herb. Lucern.

Berner Oberland Guttannen Handeck Grimsel!

Graubünden: Morigel Tawetsch 1800 m. *Coaz.* Hinterrhein *Dr. Fries.* Ascherson Splügenhöhe *Heer.* La Greina *Heer.* Sils 2100 m. *Kiener.* Flüela *Theobald.*

Wallis: Nufenen 2100 m. *Wilczek.* Simplon *W. Bernoulli, Fauconnet.* Zwischenbergen *Briquet.* Almagell *Favrat.* Zwischen Tæsch und Zermatt Herb. *Kneucker.* Alesse! *J. Thomas.* Joux brulées *Wolf.* Crêt Bagne *Miller* ex Jaccard.

Montblanc-Gruppe: Montenvert etc. *Reuter.* Brevent *Payot.* Col de Bonhomme *Fauconnet.* Tête noire *Vogel, Wolf.* Vanhaut und Marecotte sur Salvan *Wolf, Favrat.* Salanfe *Favrat.*

Besonders häufig auf der Südseite der Alpen: Maloja *Morthier.* Inter Campovico et Masino *U. A. v. Salis.* Tamar. Sassello sopra Cugnasco. S. Bernardino *Franzoni.* Isone *Favrat.* Inter Isone et Tavurno *Muret.* Zwischen Quinto und Piora *W. Bernoulli.* Airolo *J. J. Bernoulli.* Fusio *Schulthess.* Ponte Brolla! Piano di Bioggio *Mari.* Im ganzen Calanca schon bei Poccia 850 m. *Coaz.* Golimo-Losone 250 m. *H. Lüscher* Bondasca *Rikli.* Bergell Casaccia *Lehmann.* Chiavenna *U. A. v Salis.*

La Pala Val di Sotto und Alpe delle Mine Val Tresenda bei Bormio *Cornaz.*

Sehr oft geht innerhalb desselben Blattes der sterile untere Teil nach oben in fertile Abschnitte über.

Var. pectinata.

Abschnitte des sterilen Blattes nicht keilig verkehrt oval, an der Spitze 3 bis 4 spaltig mit stumpflichen Zipfeln, sondern oval, seitlich kammförmig gezähnt mit zahlreichen stumpflichen bis spitzen Zähnen, eine ovale Spreite freilassend.

Hab. Susten *Regel.* Handeck! Auch Hofsgrund Schwarzw. *Maus.*

Areal der Art

1. Unserer europäischen Form: ein alpines mit breiter Ausdehnung bis in die südlichsten und scandinavischen Gebirge: von Steyermark zu den Westalpen, Pyrenäen durch die spanischen Gebirge: Guadarrama *Reuter* zur Sierra Nevada *Boissier* und zur Lagoa da Salgadeira in Portugal *Daveau,* in den Apennin: Abetone Toscana *Bubani.* Boscolungo *Levier.* Auvergne, Vogesen Belchen! Schwarzwald Hofsgrund *Maus. Lœsch.* Riesengebirge, Siebenbürgen (Aschers. 86.) Sehr vereinzelt und in verschwindenden Spuren auf einigen Punkten des Harzes und der Ardennen: zwischen Pepinster und Spa *A. Thielens.* Entre Juslenville et Spa *id.* 1862. Kaukasus: Abkhasia Kliutsch *Levier* und *Sommier.* Lazistan Djimil *Balansa.* Norwegen Soolnör Lofoten *Bœnitz.* Gr. Brittannien Lochnagar Aberdeenshire, Coroall Shiddaw Cumberland *Bailey.*

2. Var. *Brunonianus* (Cryptogramme R. Br.) N.-W. Himalaya Chamba, Pangi 11,000 bis 15,000′ *Duthie*. Sikkim-Himalaya *King*. Shensi sept. China *Giraldi*. Riishiri Japan *Faurie*.

3. Var. *acrostichoides* (Cryptogramme R. Br.) N.-W. Amerika Cascades E. Washington *Rœll*. Lassens Peak Calif. *Miss Pelton*. Wahsach *Miss Mabel Miles*. Ellisons Bay Wisc. *Schuette*.

4 Var. *Chilensis* (A. crispus R. A. Philippi Plant. nuev. Chilenas in Annal. Univers. de Chile 94. 356.) Von der europäischen Form durch etwas ledrigere, schmäler zerteilte Abschnitte abweichend. Südliche Anden von Chile l. *Philippi* c. Reiche. Noch stärker zerteilt ist Pellaea fumariæfolia Philippi bei Baker Summary 35, aber spezifisch nicht verschieden. El Nitrito, S. Chile *Philippi*.

An diese Formenreihe schliesst sich sehr genau an *Pteris Stelleri* Gmel (Pellaea gracilis Hook), im Blatte dem A. crispus täuschend ähnlich, aber mit kriechendem Rhizom und nicht gebüschelt stehenden Blättern: eine Kalkpflanze des höhern Nordens von Sibirien und dem östlichen N. Amerika, die auch in Tibet und dem Himalaya in grossen Höhen vorkommt Punjab Hozara, Chamba Pangi 12,600′ *Duthie*.

Cheilanthes.

Swarz. synops. fil. 126. Luerss. 84. Aschers. 88.

---

6. Ch. fragans.

(Polypodium L. mantiss II. 307.) Webb. Hist. nat. Canar. III. 452 Luerss. 86.

Hab. Höchst xerophile Mittelmeerpflanze, an Trockenmauern und Felsen.

Von dieser, noch bei Bernoulli 33 und Milde fil. Europ. 34 als in Tessin und in Helvetia angegebenen Art fehlt in den Herbarien jede Spur: dagegen ist sie von benachbarten Standorten vorhanden: Aostathal *Müller Arg.* Rochers près de la Cité d'Aoste *E. Thomas*. Gegenüber Aimavilles an einem Felsen an der Landstrasse *Leresche* in litt. Rupi aridissime presso la Cascata di Silloè 650 m. Val d'Aosta con Opuntia etc. *Lino Vaccari* 1898. Zwischen Domo d'Ossola und Villa *Thomas* nach Bernoulli 33. Auch bei Susa Piemont Aschers. 89.

Areal der Art.

Im warmen Littoral des ganzen Mittelmeeres sehr verbeitet, bis Dalmatien, in die obere Provence und Languedoc, Spanien, atlantisches Littoral in Portugal und Frankreich, atlantische Inseln, Vorderasien bis zum W. Himalaya, Sinai *Figari Bey* und Yemen *Schweinfurth*.

Notholæna.

R. Br. Prodrom. fl. Nov Holland 115.

7. N. Marantæ.

Luerss. 67. Aschers 91. (Acrostichum L. Spec. Pl. Ed. I. 1071) R. Br cit. Luerss. 68.

Hab. Eminent xerophile Art trockner Mauern und Felsen des Urgebirgs, Serpentins und namentlich neuerer vulkanischer Gesteine, aus dem Becken des Mittelmeeres in die südlichsten Alpenthäler eindringend. An einem einzigen, leider durch den Sammeleifer der Liebhaber zerstörten Standort innerhalb der Grenzen: im Becken des Lago Maggiore, aber ziemlich weit vom See selbst im untern Centovalli, dem untersten östlichen Seitenthal der Maggia: Mauer längs dem Wege von Cavigliano nach Intragna auf Quarzgestein Oct. 1839 *Franzoni,* und mir noch 1875 lebend von ihm zugesandt; später daselbst ausgerottet, jedoch vorher an die Mauer des Klosters der Madonna di Sasso bei Locarno verpflanzt. Nach brieflichen Mitteilungen von Hrn. Emilio Balli wiederum an den ursprünglichen Standort verpflanzt, aber ohne dauernden Erfolg.

Die benachbarten Standorte sind Maccagno sopra rupi verso Zenno nahe der Grenze nördlich von Luino *Franzoni.* Baradello bei Como *Leresche.* Monte Calvario Domo d'Ossola vecchi muri del Castello di Matterella *Rossi* Wolf. Rupi nella valle Rughetto ebenda *Chiovenda.* Veltlin bei Morbegno *U. A. v. Salis* 1836. *Schleicher* im Herb. Haller fil. Aostathal *Thomas* im Herb. Bernoulli. Val d'Aoste Morgex près Courmayeur *Payot.* Mont Jovet 500 m. Ivrea sponde del laghetto di S. Giuseppe val d'Aosta *Lino Vaccari.*

Areal der Art.

Mediterranpflanze, oder wenn wir die höchst verwandte N. Eckloniana Kunze dazu nehmen: altafrikanische Pflanze von grosser Expansivkraft bis Abessinien, zum Himalaya, den Canarischen und Capverdischen Inseln *Bolle* und Madeira einerseits, S. Afrika anderseits (hier nur N. Eckloniana). Verbreitet sich nach N. bis in die Serpentine von Mähren, N. Österreich und Steyermark, ins Etschthal, und zur untern Donau (Aschers 92.) Die abessinische und die Himalayapflanze weichen ebenso stark von unserer Form ab als N. Eckloniana.

Gymnogramme.

Desv. Magaz. Naturf. Berlin V. 306. Luerss. 61. Aschers. 92.

8. G. leptophylla.

(Polypodium L. Sp. pl. Ed. I. 1092) Desv. cit. Luerss. 64.

Hab. Dieser kleine Frühlingsfarn, der sich vor allen andern europäischen Arten durch blos einjährige Dauer auszeichnet, ist innerhalb

unserer Grenzen noch nicht nachgewiesen. Er dringt aber aus der Mittelmeerregion tief in die südlichen Alpenthäler ein, und rückt uns ganz nahe:

Vallée d'Aoste *Em. Thomas* 1832 in Herb. Blanchet Mus. Laus.

Au Dar près Farette Albertville Savoie 1833 presque détruit depuis par la sêcheresse *E. Perrier* Herb. Reuter.

S. Tirol bei Meran *Bamberger* 1853.

Das Pflänzchen wächst gesellig auf feiner Erdkrume besonders Tuff an geschützten etwas überwölbten Stellen, wo es ein «locales Klima» vor Frost bewahrt, denn die Entwicklung findet schon Anf. Winter statt.

Areal der Art.

Seltsam zerfahren durch beide Hemisphären:

1. Gemein im Mittelmeerbecken, atlantische Küste Europas bis Jersey, atlantische Inseln, N. S. und O. Afrika, Madagascar, S. Indien.

2. Andenländer von Central- und dem nördlichen S. Amerika.

3. Südhemisphäre in Australien und Neuseeland.

Anmerkung. Die Pflanze bildet mit einigen ähnlichen kleinen und zum Teil ebenfalls jährigen Arten das Genus Anogramme von Link, das in einer Gesamtdarstellung der Gymnogrammeæ wohl festzuhalten sein wird.

Adiantum.

L. gen. pl. Ed. I. 322. Luerss. 78. Aschers 87.

9. A. Capillus Veneris.

L. spec. pl. Ed. I. 1096. Luerss. 80.

Hab. Altafrikanische im Mittelmeerbecken allgemein verbreitete Pflanze besonders auf dem von Tropfwasser befeuchteten Kalktuff, aber auch auf Urgebirg, in der untersten Region, in Nischen, kleinen Schluchten und sonst überhöhten und gegen den Frost Schutz bietenden Orten, und da gesellig. Dringt tief in die südlichen Alpenthäler ein.

In der Schweiz:

1. Im insubrischen Gebiet zerstreut. Lago Maggiore: Locarno unter Brione 340 m. *Mariani, Coaz* mit gewaltig grossen Fiederchen von $3^1/_2$ cm. Durchmesser mit 12 Sori. Ponte Prolla *F. v. Tavel, Wilczek* Madonna di Sasso *F. v. Tavel.* Solduno! Ascona *Schnebli.* Valletta del Repitale *Franzoni.* Lago di Lugano: Lugano *J. L. Thomas.* Zwischen Castagnola und Gandria *L.* und *E. Fischer.* Gabbiano *Farrat.* Arogno 590 m. *Coaz.* Val Solda! Au-dessus de Crevola ausserhalb der Grenze *Favre.* Auch im Aostathal: S. Vincent ponte Romano 500 m. und Silloè 650 m. *Lino Vaccari.*

2. Am Fuss des Jura: Rumilly *Puget.* Parois d'une grotte près Bellegarde 23 mai 1858 *J. C. Ducommun.* Fort l'Ecluse *Briquet.*

La Sarraz C. Waadt rochers de la Venoge *Th. Durand,* der im Catalogue de la fl. vaud. II. 387 die Localität also beschreibt: en sept. 1898 lors d'une promenade en bateau dans la gorge de la Tine de Conflans, nous avons trouvé cette charmante fougère croissant dans les excavations d'une grande paroi de rocher, dont le pied est baigné par la Venoge. Rochers des Gorges au dessus de la Tine de Conflens près La Sarraz *C. Luginbühl* 1885.

Grotte aux filles am Ufer des Neuchâteler-Sees zwischen St. Aubin und Sauge in tuffhaltigen Höhlungen 1837 *C. H. Godet, Cornaz* 1849, *Christ* 1856. Au-dessous de Sauge am See *E. Sire* ein Ex. von 5 Dec. Länge.

Der von Murith angegebene Standort La Ravoire bei Martigny ist von O. Wolf vergeblich abgesucht worden.

Var. Burmiense Brügger in Wartmann und Schenk Schweiz. Crypt. exsicc. 300.

Durch gehäufte und sehr verkürzte Blattentwicklung auf den weit verzweigten Rhizomen dichte Rasen bildend. Blattstiele 1 bis 3 cm., Blätter 2 bis 5 cm. hoch, oft vom Rhizom an verzweigt, Fiederchen klein oft nur zu 3 oder 5, oft nur $^1/_3$ bis $^1/_2$ cm. Diam. sehr dicht stehend, fast dachziegelig sich deckend, wenig eingeschnitten. Habitus vollkommen verändert. Keine Jugendform, denn sie fructificiert reichlich. Übergänge zur Normalform kommen am Rande der Standorte vor, die dann etwa die Grösse der englischen Pflanze: $1^1/_2$ Dec. erreichen.

Hab. Reihenweise am warmen Tuff der alten Thermen von Bormio bei 1150 m. an der Pliniana einen grünen niedrigen Anflug bildend. Grössere Exemplare auch an der Nibelungenquelle *U. A. v. Salis* 1835. *Brügger, Cornaz, Thiry, Christ* 1891. Normalform von da *E. Levier.*

Eine ähnliche niedrige, aber in den Fiederchen grössere Form zwischen Ascona und Ronco *A. Schinz.*

Eine gleiche Form sah ich in Plant. Palæst. *Blanche* 889 von inter Abugosch et Jerusalem.

Lusus Vaccarii.

Höchst bemerkenswert als genaue Analogie des A. Farleyense Hort. Pflanze gross, Fiederchen monströs ausgebildet: theils kaum vergrössert doch tief rundlich gekerbt, teils sehr vergrössert: 3 cm. im Durchmesser, rundlich nierenförmig, tief und mehrfach eingekerbt und dabei gefaltet, mit flach abgerundeten breiten Kerben, teils noch mehr verbreitert: bis zu 4 cm., vielfach tief gelappt, Lappen teils abgerundet, teils lang vorgezogen, sehr zahlreich, ungleich, lineal, bis 2 cm. über den Rand vorstehend, 3 mm. breit, vorn gestuzt und hie und da einen rudimentären Sorus tragend. Die grössten Fiederchen zeigen 15 und mehr solcher, häufig wieder gespaltener und etwas gekräuselter Lappen.

Habitus von A. Farleyense, von dem es sich durch rudimentäre Sori, einfachere Verzweigung, vielfach vorhandene fast normale rundlich gelappte Fiederchen und das fehlende Articulationsknötchen am Grunde des Fiederchens unterscheidet. Die Übergänge zur Normalform sind bei der Form Vaccarii deutlich und zahlreich, die von A. Farleyense zum normalen A. tenerum Sw. sind nicht mehr erhalten.

Gleicht auch etwas dem bei Lowe our native ferns II. 194 abgebildeten l. incisum Footii Lowe, das aber weniger zerteilt und steril ist.

Hab. Diese schönste aller Formen fand Prof. *Lino Vaccari* im Aostathal: Rupi di Silloé presso Aosta al margine di una sorgente calcarea 650 m. December 1898.

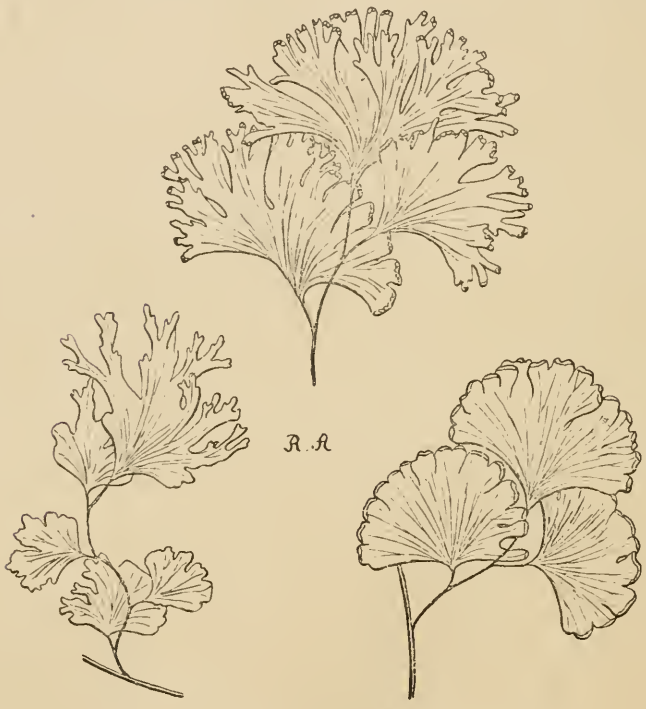


Fig. 1. Adiantum Capillus Veneris l. Vaccarii.

Areal der Art.

Die Pflanze gehört der rund um Afrika verbreiteten altafrikanischen Flora an, deren wesentlicher heutiger Bestandteil die Capflora bildet, und ist in diesem Gebiet überall: im Capland, in Angola, am Niger, am Mittelmeer; in Natal, Zambesiland, Abessinien vorhanden und fehlt auch den atlantischen Inseln und den Maskarenen nicht. Sie geht auch hinüber nach Asien bis China, Japan und zu den Sandwichs-Inseln *(Baldwin)*. In Amerika ist sie selten und wird im tiefern Süden von andern Arten: A. tenerum Sw. und A. cuneatum Langsd. Fischer vertreten. In unserer Nachbarschaft ist sie in S. und W. gemein; von W. Frankreich geht sie bis Grossbritannien hinauf. In den O. Alpen steigt sie ähnlich aufwärts wie bei uns: Meran, Tarvis in Kärnthen (Aschers. 88) Bosnien *Brandis*.

Blechneæ.

Hook. Synops. filic. Ed. II. 183

Blechnum.

L. gen. Plant. Ed. V. 485. Luerss. 109. Aschers. 48

10. B. Spicant.

(Osmunda L. Spec. Plant. Ed. I 1066.) Withering Arrang. Ed 3. III 765. Luerss. 113. Aschers. 49.

Eine sehr formbeständige, eigentliche Varietäten nicht bildende Pflanze; dagegen sind Monstrositäten der sterilen Blätter durch Gabelung oder Übergang zu fertilen Spreiten nicht selten.

Die Abänderungen bestehen in der dichten oder lockern Stellung der breitern oder schmälern, längern oder kürzern, etwa auch schwach geöhrelten Abschnitte, Übergängen steriler in fertile Spreiten und mehr oder weniger verschmälerte Basis und sind oft nur an einzelnen Blättern normaler Pflanzen vorhanden.

Hab. Schattenpflanze des Waldhumus, oft gesellig, fast immer in der Tannenwaldung bis zu deren oberen Grenze und hier allgemein verbreitet. Hält sich vorherrschend in den feuchten äussern Alpenketten und ist in der Lärchenzone der Centralalpen selten. In der Buchenregion sparsam und tiefer unten durchaus fehlend, nur im Alpengebiet in Steilschluchten gelegentlich tief herabsteigend, z. B. zwischen Ascona und Locarno *Schnebli.* Locarno Madonna di Sasso *Burnat.* Ponte Brolla *Leresche.* Pente Nord du Cenere *Favrat.* Novaggio 600 m. Wald von Kastanien und Quercus Cerris! Wallensee Murg.!

Höhere Standorte der innern Alpen z. B. Grindelwald N. Abhang! Urserenthal *G. Bernoulli.* Zwischen Oberwald und Gletsch 1500 m. *Coaz.* Gletsch *Favrat.* Tavernettes Simplon *Wolf.* S. Bernhardino *Franzoni.* Valzeina *U. A. v. Salis.* Parpan *A. Meyer.*

Jura: Grand Salève *Ph. Paiche.* Entre Chaux-de-Fonds et Planchettes *Godet.* Verraux sur Chasseral *Sire.* Grebille Chaux-de-Fonds *Sire.* Cornée *Lerch.* Nantua (Frankreich) *Dupin.* Pouillerel Locle *Godet.*

Plateau: Bannwald Zofingen *Lüscher.* Schrütiwald Köniz bei Bern *L. Fischer.* Bachtel 600 m. *Ed. Benz.* Chalet à Gobet sur Lausanne *A. Guinet.*

Pflanzen mit dichten dachziegeligen Abschnitten: Valzeina *U. A. v. Salis.* Schwendikaltbad *Vetter,* Einsiedeln *Schinz.*

Individueller Nanismus mit 12 cm. langen und 13 mm. breiten sterilen und 12 cm. langen und 14 mm. breiten fertilen Blättern: Ponte Brolla *Leresche.*

Besonders gross ist die Pflanze in Tessin Malcantone, wo sie bis

600 m. herabgeht: Spreite 7 cm. breit. Abschnitte $^1/_2$ cm. breit, sichelig, allmälich zugespitzt: Novaggio! So auch Figino Muzzano *Wirtgen.*

Areal der Art.

1. Ostrand N. Asiens von Kamtschatka bis Japan.
2. Waldgebiet Europas von Polen und Ostpreussen bis in die südlichen Gebirge der Mittelmeerzone und Madeiras, nach Kleinasien und dem Kaukasus.
3. Nordwestküste Amerikas, wo eine die europäische an Grösse übertreffende aber sonst identische Form vorkommt.

Kommt im benachbarten Schwarzwald tief: bis Hauingen bei Lörrach herab.

Aspleniæ.

Hook. synops. fil. Ed. II 190.

Scolopendrium.

Smith Mem. Acad. Taurin V 410. Luerss. 117. Aschers. 50.

11. S. vulgare.

Sm. cit. 421. Luerss. 118. S. Scolopendrium Karsten Deutsch. Flor. 278. Aschers. 51.

Hab. Schattenpflanze des steinigen Waldbodens, der Felsen, Mauern und der Höhlungen, am reichlichsten auf Kalk, bis in die Tannenregion, meist einzeln, hie und da aber auch gesellig. Fast nirgends fehlend, nur in den trockensten Gebieten und in der untersten Region selten und auf die wenigen geeigneten Standorte beschränkt. Spezielle Fundstellen, weil zu zahlreich, sind nicht anzugeben. Scheint im innern Wallis noch nicht gefunden. In Wolfs Herb. sind nur Exemplare aus dem Unterwallis bis Trient vorhanden. Die Exemplare wechseln von eigentlichem Nanismus (so auch fructificierend) bis zu sehr grossen.

Grosse Formen:

Giessbach! Blattstiel 38 cm., Spreite 40 cm. lang.

Seltener ist eine Form mit relativ sehr breiter Spreite: Wartenberg Basel *W. Bernoulli.* Rotzloch *F. v. Tavel:* Spreite 15 cm. lang $6^1/_2$ cm. breit. Sasso Gandria 300 m. *F. v. Tavel:* Spreite 8,3 cm. breit. Salève *A. Ayasse:* Spreite 25 cm. auf 8 cm. Monte Caprino bei Lugano 7 cm. breit. Guidino $7^1/_2$ cm. breit, 50 cm. lang und $8^1/_2$ cm. breit. Melano 8 cm. breit *Wirtgen.*

Kleine schmale Form:

Salève Pas de l'Echelle Spreite 8 bis 10 cm. auf $1^1/_2$ cm. stark fructificierend. *A. Ayasse.* Val Solda Spreite 3 cm. breit! Salvatore Spreite 2 bis 3 cm. breit *Wirtgen.* Normale Grösse aber mit bloss 2 cm. langem Stiel ebenda l. *derselbe.*

Seltener sind Exemplare mit Sori bis in die Öhrchen der Basis: Creux du Van *Lerch,* oder in den Öhrchen der Basis und dann erst wieder in der obern Hälfte der Spreite: In den Böden Scheidegg Töss *Benz.* Bachtel *Benz.* So auch England Hb. Kew. Seealpen *Bicknell.*

Eine Form hat eine Spreite, die sich aus normaler Breite in der untern Hälfte stark verschmälert um sich an der Basis wieder zu verbreitern («geigenförmig») die Sori sind dann nur im obern Teil:

Hab. Savigny Vuache *Briquet.* Brison Savoy. *Bourgeau.*

Zuweilen kommen auch Blätter mit sehr entfernt stehenden, von 6 bis 8 Seitennerven getrennten Sori vor. Bonn *Wirtgen.*

Die bei der Hirschzunge üblichen Monstrositäten fehlen auch bei uns nicht:

Lusus Dædaleum[1]) Willd. Spec. Plant. V 349.

mit mehrfach dichotom oder unregelmässig zerteilter Spitze, sonst aber normaler Spreite. So besonders an luxurianten Exemplaren sehr schattiger feuchter Standorte.

Hab. «Stadt Kamber» Wittinsburg Baselland! Massongex *Wolf.* Melano *Wirtgen.*

Lusus multifidum Willd. cit.

Blatt tief hinab verzweigt, in fächerförmig gestellte Lappen geteilt, die wiederum mehrfach geteilt und an den Rändern gekräuselt sind.

Hab. Diese bekannte besonders in englischen Gärten häufig cultivierte und durch Aussaat erzielte Form scheint wild sehr selten:

Lieux humides et couverts dans les haies aux environs de Veytaux Sept. 1835 herb. Chavannes Herb. Lausanne.

Lusus lobatum.

Rand bis über die Hälfte in breite abgerundete Lappen eingeschnitten.

Hab. Villeneuve *Vetter.*

Lusus heterosorum.

Die Sori sind sehr ungleich und wechseln ziemlich regelmässig zwischen langen und ganz kurzen, die nahe vom Rande stehen.

Hab. Oberried St. Gallen *Zollikofer.*

---

[1]) Ascherson glaubt Syn. 44 diese Schreibart in dædalum berichtigen zu sollen, weil Dædaleum sich auf den Kreter Daidalos beziehen würde. Aber gerade auf diesen Erbauer des Kretischen Labyrinths soll der Name hinweisen, indem er für eine Pflanze gebraucht wird, deren Axe sich durch Missbildung unregelmässig und wiederholt (labyrinthisch) zerteilt und kräuselt, wie denn auch H. Milde Fil. Europ. 89 das Wort einfach für gekräuselt-dichotom gebraucht: lamina basi hastata lobis patentissimis, acutis, apex laminæ dædaleus. Vergl. auch den Genusnamen eines Pilzes: Dædalea.

Lusus reniforme Moore bei Milde fil. Europ. 89.

Spreite nur einige cm. lang, unten normal, aber oben plötzlich durch Atrophie der Rippe abgerundet endigend.

Hab. Guidino und Melano, Lago di Lugano *Wirtgen* 1900. Von ersterm Ort ein Exemplar mit einigen reifen Sori. Von Melano ein Blatt, an der Basis von beschriebener Form, das aber sich nach der nierenförmigen Zusammenschnürung wieder normal verlängert.[1])

Lusus crispum Willd. spec. Plant. V 349.

Rand stark wellig gekräuselt und gezähnelt.

Hab. Salvatore *Wirtgen* 1900.

Areal der Art.

1. Ganz Europa mit Ausnahme des hohen Nordens, Vorderasien, N. Afrika (Chiffah Blidah!) Azoren und Gipfel von Madeira *Moniz*, *Fritze.*
2. Japan.
3. Selten im östlichen Nordamerika.

Ceterach.[2])

Willd. Spec. Pl. V 47. Luerss. 282.

12. C. officinarum.

Willd. cit. 136. Luerss. 287.
Asplenium Ceterach L. Spec. Pl. Ed. I 1080.
Asplenum Aschers. 53.

Hab. 1. Häufig an sonnigen Mauern und Felsen der untern Region vorwiegend des Urgebirgs im Rhonethal vom Genfersee bis ins mittlere Wallis.

2. Zerstreut in der Gegend von Genf und von da längs dem waadtländischen Ufer des Genfersees und dem Jurarand.

3. Sehr zerstreut im Föhngebiet der Schweiz diesseits der Alpen.

4. Häufig wieder im insubrischen Gebiet.

1. Die Walliser Standorte sind zu zahlreich, um einzeln angegeben zu werden. Höchster mir bekannter Standort Iserabloz 1250 m. *Wolf.*

[1]) Dieselbe Missbildung, die in der Regel vom Stich einer Insekten-Larve herrührt, findet sich bei vielen Farnen: so bei Elaphoglossum (siehe Abbildung N 3 Seite 18 Monogr. gen. Elaphoglossum in Denkschriften Schw. Nat. Ges. 36. 1. 1899) und auch bei mehrern unserer Flora, so besonders bei Athyrium Filix femina, A. alpestre und Aspidium dilatatum. An der Spitze des plötzlich in seinem Wachstum unterbrochenen Blattes steht dann ein dichter Schopf sehr gedrängter, oft abnorm geteilter Fiedern.

[2]) Nach Aschers. Syn. 52 soll dieser Name ein deutsches Wort sein und (wegen der Spreuhaarbekleidung) kräzig bedeuten. Unterstützt wird diese Vermutung durch ein Wort « Ziterab » das in dem allemannischen Dialekt von Basel früher üblich war und Flechtenkrankheit bedeutet.

2. Aus der Lemangegend: Remparts de Genève *Jack, Reuter.* Mornex *A. de Candolle, Guinet, Reuter,* Monnetier *Aubert.* Petit Salève *Bernet.* Grand-Sacconnex *E. Ayasse.* Sierne *Ph. Paiche.* Benachbartes Savoyen: Vullens Vuache *Mehling.* Mariquier base du Môle, *Payot* Rochers d'Aise *Briquet.* Montbenon Lausanne 1848 *M. Michaud.* Selbst bei Romont auf dem Freiburger Plateau nach Cottet und Castella Guide Fribourg 354. Nant Vevey *Burnat.* Jougny *Vetter.* Chardonne *Favrat.* Clarens *Dupin.* Montreux! Aigle, *Hall. fil.* Roche *Dupin.* Mur à St-Leger *Burnat.*

Jurarand: Vaumarcus Lac de Neuchâtel 1856! Auvernier *Mlle. Lardy* Hb. Godet. Cressier *Godet, L. Fischer.* Porrentruy Herb. *Hofstetter.* Herb. Lucern. Küttigen Aargau *Jæggi* 1863.

3. Wykon Luzern *Lüscher.* Weggis 1886 Hb. Lucern. Bielenstein 1824 *Schulthess.* Altorf an Schuhmacher Jauchs Mauer *Dr. Lusser.* Hb. Rhiner. Schattorf Uri 1858 Herb. Lucern. Nach Wartmann und Schlatter Krit. Übers. III 530 zwischen Rapperschwyl und Schmerikon. Bei Chur im Verzeichnis von Brügger in den naturgeschichtlichen Beiträgen 1874 nicht angegeben.

4. Überall in der Rebenzone Tessins. Im nahen Val Solda auf Dolomit! Bergell Castasegna *Brügger.* Puschlav Brusio 700 m. *Coaz.*

Var. crenatum Moore Brit. nat. printed ferns. II 43. A. 3. 4.

mit deutlich gekerbten am Grunde oft geöhrelten Abschnitten.

Hab. Entre Cressier et la Chapelle, murs des vignes 1837 *Godet. Lerch, Lüscher, Tièche.* Lugano *Du Commun. Wirtgen.*

Eine Kümmerform ist:

Var. depauperatum (Moore cit.)

an welcher fast fehlende Abschnitte mit vergrösserten ausgebissen gekerbten abwechseln. Pflanze klein.

Hab. Altorf *Dr. Lusser* Hb. Rhiner. Locarno *F. v. Tavel.* Ebenso Kreuznach *Geisenheyner.*

Areal der Art.

Dieser am meisten xerophile unserer Farne ist eine Pflanze des ganzen Mittelmeergebietes, ausstrahlend längs dem Kaukasus durch Vorderasien bis zum westlichen Himalaya, und bis N. Afrika (Tunesien *Kralik.* S. Marocco *c. Cosson*) Yemen (*Schweinfurth* Herb. Reuter) zu den atlantischen Inseln und längs dem Westrand Europas bis England. Das Maximum seiner Entfaltung erreicht er an seiner westlichen Grenze auf den Canaren: C. aureum L. v. Buch. Link. Nach Norden geht er ähnlich dem Aspidium aculeatum vom Mosel- und Nahethal her ins Rheingebiet bis O. Elsass und O. Baden, mit Ausstrahlungen nach Hessen, Thüringen, Bregenz (Luerss. 292), Böhmen. In die Südthäler der Alpen dringt er überall vor, so weit der Weinbau reicht.

Asplenium.

L. gen. Plant. Ed. I 322. Luerss. 148.
Asplenum Kuhn filic. Afr. 95. Aschers. 53.

§ Ruta muraria.

Tournef. Instit. I 53.

---

13. A. Adiantum nigrum.

L. Spec. plant. Ed. I 1081.
A. Adiantum nigrum L. Unterart A. nigrum Heufler Zool. Botan. Ver. Wien VI 310. Aschers. 72. Luerss. 270.

Die meisten Schweizer Exemplare gehören zu den beiden

Var lancifolium Heufl. cit.

Blattspreite länglich lanzettlich, meist zweifach, nur an der Basis etwas dreifach fiederschnittig. Fiedern deltoid-länglich, mit länglich zugespitzten Abschnitten und

Var. argutum Heufl. cit.

Eine höhere Entfaltungsstufe: Spreite fast doppelt grösser, besonders breiter, ovallanzettlich, reichlich dreifach gegliedert, Abschnitte oft breiter oval, tiefer und schärfer gezahnt.

Die scharfe Scheidung dieser Formen ist hier weniger als anderswo durchzuführen: höchstens kann gesagt werden, dass in der südlichen Schweiz: Rhonethal und Tessin, das argutum vorwiegt, während in der mittlern das lancifolium vorherrscht. Sehr häufig aber kommen beide zusammen vor: so an dem Genfer Standort des Petit Salève und an der Ravelle Önsingen. In Tessin scheint oft die lancifolium-Form die Kümmerform des, daneben vorkommenden argutum zu sein. Zu bemerken ist, dass die zuerst sich entwickelnden und sterilen Blätter stets breitere, schärfer und tiefer gezähnte Fiederchen und Abschnitte haben, als die höchstentwickelten fertilen, deren Fiederchen stumpfer und kürzer gezahnt sind, sodass man geneigt sein könnte, ohne Kenntnis dieses Umstandes die Varietäten zu vervielfachen.

Zu bemerken ist, dass das Bild bei Luerss. 271 Fig. 125 nicht das argutum darstellt, so wie wir es in der Schweiz haben, sondern eher ein grosses lancifolium. Unser argutum ist viel stärker zerteilt und die Abschnitte verlängert.

Hab. Die Art bewohnt ohne Bevorzugung einer Gesteinsart das warme Gebiet namentlich innerhalb der Kastanienzone an Mauern und Felsen und ist ziemlich xerophil. Nicht selten im Gebiet des Genfersees und des Rhonethals bis Mittelwallis, sehr zerstreut am Jurarand, in der Föhn- und Seezone nördlich der Alpen; gemein und in grossen Mengen im Tessin.

1. Chancy *Müller Arg.* Salève *Reuter,* beide entschiedenes lancifolium. Petit Salève *Bernet,* lancifolium und sehr grosses argutum mit bedeutend verlängerten untersten Fiedern. Ebenda *E. Ayasse* dieselbe sehr grosse Form. Château d'Etrambières *Reuter:* schmales lancifolium.

2. Roche! *Favrat, Jaccard.* Ravoire Martigny *Jaccard.* Salvan H. Lüscher. Joux brûlées 5000′ *J. Thomas, W. Bernoulli.* St. Leonhard *Th. Brown* in Herb. E. Burnat. Valère Sion *Wolf.* Schallberg Simplon *Besse.*

3. Bôle *Godet.* Pied du Chaumont Neuchâtel *Godet, Tripet.* Bois de l'Hôpital Morthier, Bois de Peux et forêt de St-Blaise *Sire.* Biel *G. Christen.* Ravellen Önsingen! *W. Bernoulli.*

4. Ralligen *Fr. v. Tavel.* Beatenberg! *W. Bernoulli.* Sundlauenen Thunersee *Lüscher.* Zwischen Mürren und Isenfluh *Coaz* 1898 gross, sehr entschiedenes argutum.

Zwischen Küsnacht und Meyerskappel Herb. Lucern. Zwischen Vitznau und Gersau! Herb. Lucern. Morschach-Flüelen *Rhiner.* Bannwald Altorf *H. Lüscher.* Zwischen Amsteg und Wasen *Brügger.*

Mels St. Gallen Rheinthal *Meli.* Auch bei Chur von Brügger in den Naturgeschichtlichen Beiträgen 1874 S. 47 angegeben.

5. Locarno am ganzen Abhang gemein *Christ.* Madonna di Sasso *Wilczek.* Tenero al ponte *Franzoni.* Faido *Jaccard.* Ascona *Schnebli, W. Bernoulli.* Lugano Mori *J. J. Bernoulli.* Im ganzen Malcantone 500 bis 800 m.! Zwischen Luino und Pontetresa *Jæggi.* Mendrisio *Burnat.* Misocco Grono *Brügger.* Calanca Arvigo *Brügger.* Bergell Bondo 2200 bis 2500′ *Brügger.*

Poschiavo nach R. Beyer.

Unter der Var. argutum kommen besonders grosse Exemplare vor, die durch sehr zahlreiche schmale tief gezahnte Abschnitte und besonders stark entwickelte unterste Fiederpaare etwas an die folgende Subspecies Onopteris L. mahnen:

Hab. Mairathal ob Chiavenna bei Prosto 1000 bis 1200′ *Brügger.* Calanca Arvigo 2500 bis 3000′ *Brügger.* Subasio *Favrat.* Lugano *Favrat.*

Roche *Vetter, Favrat, Blanchet.* Allaman *Vetter.* Monthey *Blanchet.* Branson *Favrat.* Petit Salève *Bernet.*

Subvar. latissimum.

Spreite breit deltoid oval, 17 auf 13 cm. unterste Fiedern 8 cm. lang, Fiedern von der Mitte der Spreite an bloss doppelt gefiedert, Fiederchen gross, oval, mittlere $1^1/_2$ cm. lang, $^1/_2$ cm. breit und sehr seicht gelappt, alle steil und tief gezahnt. Sori lang, nicht zusammenfliessend. Habitus sehr breit und laubig.

Hab. Fontaine André Neuchâtel *H. Lüscher* 1891.

Subvar. Wirtgenii.

Grösste Entfaltung des argutum, mit untersten Fiedern von 10 cm. Länge und 5 cm. Breite: Stiel 20 cm., Spreite 20 auf 14 cm., im Umriss breitdeltoid. Unterscheidet sich von der folgenden Subspecies nur durch horizontal abstehende untere Fiedern und ovale, nicht schmallängliche bis parallelrandige Abschnitte.

Fig. 2. Asplenium adiantum nigrum v. Wirtgenii aus Elsass.

Hab. Petit Salève sentier des Châtaigniers *A. Guinet.* Schloss Wasserburg bei Münster Elsass 1885 *Wirtgen.*

So auch Cherbourg Herb. Lyon.

Versus Wirtgenii: mit 7 $^1/_2$ cm. langer unterster Fieder *Sorengo Wirtgen.*

Var. obtusum Milde Sporenpfl. 26.

Spreite breit oval, meist kürzer als bei argutum, dreifach gefiedert, namentlich die fertilen Fiederchen klein 4 bis 5 mm. lang, zahlreich, gestielt, länglich verkehrt oval, ganz stumpf oder kurz gespitzelt, kurz und fein gezähnelt. Habitus etwas an die uns fehlende Subspecies A. cuneifolium Viv. fl. Ital. Fragment I 16. mahnend, aber Fiederchen schmäler, nicht breitkeilig.

Ich bemerke, dass diese var. ebensosehr durch ihre breite und nicht in eine lange Spitze verlängerte Spreite und die deutlich gestielten kurzen zahlreichen Abschnitte auffällt, als durch deren Stumpfheit, und dass also bloss stumpfe Exemplare des lancifolium nicht dahin gehören.

Hab. Chaumont au dessus de la Roche de l'Hermitage *Godet.* Verbreitete Tessiner Form: Melano-Rovio. Sorengo Cortivallo *Wirtgen.* Colline di Cadro Lugano *Mari.* Subasio *Favrat.* Novaggio! Agno *Lüscher.* Cavigliano *Favrat.* Madonna di Sasso *F. v. Tavel.*

Bei Astano fand ich eine etwas monströse Form, deren Fiedern von der Mitte an in ein geschwänztes verlängertes bloss gezähntes Ende auslaufen.

Besondere Erwähnung verdient eine Pflanze des Jurarandes, die ich als

Subvar. Serpentinoides

bezeichne. Hier steigert sich die Ähnlichkeit mit A. cuneifolium Viv. A. Serpentini Tausch flora 1839 22 und 77 zu einem solchen Grade, dass wenn die Pflanze aus einem Serpentingebiet stammen würde, wir sie ohne weiteres dieser Subspecies zuweisen würden. Die Spreite ist sehr breit eiförmig, $1^1/_2$ dcm. auf 1 dcm., stumpf, fast vierfach gefiedert, Fiederchen zahlreich, dünn gestielt, keilig verkehrt eiförmig, oben rhombisch mit seitlich etwas auswärts gebogenen Zähnen, kurz zugespitzt, grob, kurz und stumpflich gezahnt.

Hab. Au dessus de Neuchâtel *Chaillet* Herb. Haller fil. Entre Fontaine André et Chaumont *Sire* 1866.

Lusus microdon Moore nature print. Brit. ferns octavo II 576. 89. Lowe our native ferns II 5. 174. Fig. 515.

Ausgezeichnet durch verkürzte und grossenteils ungefiederte, länglich rautenförmige, bloss unregelmässig gezähnte Fiedern. Habitus dadurch völlig verändert, an A. marinum mahnend. Stiel etwas länger als die Spreite, 4 bis 5 cm., bis über die Hälfte schwarz, der Rest nebst der geflügelten Spindel grün. Spreite aus breitester Basis lanzettlich, 5 bis 7 cm. lang, unten 3 bis 4 cm. breit, fast einfach gefiedert. Fiedern gedrängt stehend, kurz gestielt, schief rautenförmig, gegen die Basis keilig verschmälert, obere stumpf, gezahnt, mittlere am Aussenrand seicht gelappt und tief gezahnt, $1^1/_2$ cm. lang, 1 cm. breit, unterstes Paar zugespitzt, an der Basis tief, fast zur Costa eingeschnitten, 3 cm. auf 2 cm., Lappen rhombisch keilig. Sori sehr unregelmässig, reichlich, fächerig zum Rande, bis 18 auf eine Fieder. Sporen normal, gleichmässig, 004 mm. Längsaxe, 002 mm. Queraxe.

Diese Form, die Anfangs den Verdacht einer Hybride erwecken kann, findet ihre Analogie in der durchaus ähnlichen Var. microdon Moore des A. lanceolatum Hds. und in Var. refractum Moore des A. fontanum.

Hab. Mit der Var. lancifolium an einer Mauer bei Schallberg, Simplon N. Seite Besse 1891. Bekannt ist die Form bisher nur von Guernsey

Fig. 3. Asplenium Adiantum nigrum l. microdon.

und Devonshire, mit noch etwas weniger eingeschnittenen Fiedern als unsere Pflanze.

Areal der Art.

1. Milde Gegenden in Mittel- und S. Europa nach Osten über den Kaukasus bis zum Himalaya, nach Norden bis Scandinavien (Christiania Herb. Reuter) und Grossbritannien (Midlothian Schottland *Hope*) in Deutschland noch bei Gera *Naumann*. In unserer Nachbarschaft sowohl im angrenzenden Elsass: (Drey Ahren!) als in Baden (Brennet!) rheinabwärts nicht selten. Auch im Aostathal *Lino Vaccari:* muri 600 m. zwischen argutum und obtusum. Im Mittelmeerbecken weicht sie mehr und mehr der folgenden Subspecies, doch habe ich noch Exemplare zwischen lancifolium und argutum von den Ponza-Inseln *Bolle*.

2. Im altafrikanischen Randgebiet: zahlreich in S. Afrika: *Pappe, Rehmann* 690. 3996. 802. *Schlechter* 173. Abessinien Simen *Schimper* 128. Schoa *Traversi*. Insel Réunion *Bédier*. Camerun Hook. synops. Atlantische Inseln sparsam, weil meist durch A. Onopteris vertreten. Yemen *Schweinfurth* Herb. Reuter. Die afrikanische Form (A. tabulare Schrader) stimmt gut mit var. argutum, hat aber zum Teil schärfere und sparrigere Zahnung als die Schweizerpflanze.

3. Nordwestlicher Himalaya: Panjab, Siran Range *Duthie,* identisch mit unserm argutum.

4. Sandwichs-Inseln Maui *Baldwin*. Hawaii *Hillebrand* mit ovalen wenig gezahnten Abschnitten und starr ledriger Textur var. Gaudichaudii Hillebrand.

In Nord-Amerika tritt eine andere kleine, stark gegen R. Ruta muraria neigende Art A. montanum Willd. als Seltenheit an ihre Stelle.

14. Subspecies A. Onopteris.

L. spec. Plant. Ed. I 1081. Luerss. 281. Aschers. 74.

Eine der Subspecies P. serratum Willd. das Polypodium vulgare L. analoge klimatische, südliche Unterart, vom nördlichen Typus verschieden durch grössere Dimensionen, ovale bis breit ovale nach oben lang zugespitzte Spreite, reichlich 3 bis 4 fach gefiedert, unterste Fiedern lang

gestielt, untere Fiedern mit den Enden senkrecht nach oben gerichtet und an der Blattspitze zusammengeneigt. Abschnitte gedrängt, schmallänglich, oft mit parallelen Rändern, tief und sehr spitz bis lineal (meist liegend) gezahnt. Textur dicklich, Fläche dunkel, glänzend.

Hab. Dies die Form des Mittelmeerbeckens, seltener in die Alpenthäler heraufsteigend. Bei uns nur in letzten Spuren im Tessin:

Tenero 1850 *Franzoni,* Ostseite des Salvatore 1882 *Favrat.* Sehr charakteristisch, Blattspreite 20 auf 9 cm. dreieckig oval spitz, untere und mittlere sämtlich gestielte Fiedern aufwärts zusammengeneigt.

Maroggia Rovio Generoso *Coaz* 1884. Spreite 20 auf 12 cm., unterste Fiedern 7 cm. lang, fertile mit lanzettlich linealen tief gezahnten Abschnitten, sterile mit breit rautenförmigen 2 cm. langen, $1^1/_2$ cm. breiten, scharf und fein gesägten Fiederchen.

Ebenda *Wirtgen* 1900.

Areal der Subspecies.

Gemein und in bedeutenden Mengen im westlichen Mittelmeergebiet bis zum algerischen Atlas (Glacière de Laval und Chiffa bei Blidah!) Atlantische Inseln (hier der häufigste Farn bis über 1500 m.!) und atlantische Küsten Europas bis Irland (Killarney *Geo. Maw* 1854 Herb. Delessert: ein charakteristisches Exemplar.)

Scheint östlich von Dalmatien seltener zu werden und nicht wesentlich über Syrien hinaus nach Osten zu gehen. Post. fl. Syr. Palæst. 909. Giaur-Dagh Adana *Manissadian.* In unserer Nachbarschaft geht die Pflanze vom Gardasee: Torre di Benaco *Rigo* nach Meran, Viadonico in Valle Caleppio ob Bergamo *Franzoni,* und an den Comersee (Aschers. 74).

Das von den Autoren hieher gezogene A. Adiantum nigrum Var. Silesiacum Milde vom Serpentin Schlesiens gehört für mich, nach der mir durch Prof. Luerssen gütigst gewährten Ansicht von Milde's Orig. Ex., zur Subspecies cuneifolium Viv., zu der sie sich ähnlich verhält wie Onopteris zum Typus von Adiantum nigrum.

Ich bemerke, dass die Grösse an sich kein Merkmal dieser Subspecies ist. An ihren südlichen Standorten kommen neben den grossen auch kleine Exemplare, oft in vorherrschender Menge vor (Atlas von Blidah!, Tenerife!) welche viel einfacher zerteilt sind, aber im breit geschweift ovalen Umriss und den geschwänzten Fiedern doch immer den Charakter des A. Onopteris zeigen. Eine solche Form beschreibt auch K. Fritsch Acad. Denkschriften Mathem. Naturwiss. Klasse Wien 1899. S. 8. Sep. Abz. 29 von Constantinopel l. *Nemetz.* Eine auffallend kleine mit breiten wenig gezahnten Abschnitten, aber doch noch hieher gehörig, sammelte Dr. *Dieck* auch in Albanien Ueskueb 1893.

A. Adiantum nigrum × Ruta muraria.

A. Adiantum nigrum var. Adianto-rutoides. Pérard Bull. Soc. bot. France XVI. 262, 1869.
A. Ruta muraria L. v. pseudo-nigrum Heufl. 7 B. V. Wien 6. 338. ?

Dieser Bastard findet sich in zwei Formen im Herb. Helvet. vor:

1. Grössere Form:

Stiele $^1/_2$ dcm., dicklich, oberseits bis zur Hälfte und unterseits bis in die Spreite blass rotbraun, Blattspreite 6 bis cm. lang, 3 bis 4 cm. breit, breit oval deltoid, dreifach gefiedert, Abschnitte breit keilig, vorn gestutzt, 4 bis 5 mm. lang, 3 bis 4 mm. breit, einfach oder in zwei Lappen geteilt, am Aussenrand dicht gekerbt gesägt, nicht granniggezähnt, Nerven und Sori fächrig, letztere meist zwei auf den Lappen, schmal, blass.

Hab. Bois de l'Hôpital Neuchâtel 1898. Herb. *Jeanjaquet.*

Fig. 4. Asplenium Adiantum nigrum × Ruta muraria von Neuchâtel.

2. Kleinere Form:

Stiele 3 cm., gefärbt wie bei 1., Blattspreite 4 cm. auf 3 cm., oval, doppeltgefiedert, Abschnitte breit keilig, vorn gestutzt, am Aussenrande fein gekerbt gesägt, Sori fächrig, 2 mm. lang.

Hab. Madonna di Sasso Locarno 23. Mai 1885 *Schræter.*

Textur beider Formen im trockenen Zustande starr, Flächen matt, Farbe blassgrün. Habitus genau zwischen den Stammarten: Abschnitte grösser als bei den meisten Ruta muraria, in der Länge und Anordnung der Sori und der Zahnung deutlich an A. Adiantum nigrum erinnernd. Indusium ganzrandig. Textur die von A. Ruta muraria.

Fig. 5. Asplenium Adiantum nigrum × Ruta muraria von Locarno.

Verdächtig gleicher Hybridität ist auch ein

Exemplar von Roche C. de Vaud *Favrat,* das sich durch Gedrungenheit des Wuchses, kurze oval-deltoide Spreite (7 cm. auf 4 cm.), dicht genäherte, gestielte breit keilig ovale kurze Segmente und kurze unregelmässige Kerbung von dem Typus des grossen A. Adiantum nigrum von Roche sehr entfernt und sehr stark an ein grosses A. Ruta muraria erinnert. Immerhin ist hier der hybride Charakter nicht so entschieden als bei den geschilderten Formen.

15. A. Ruta muraria.

L. Spec. Plant. Ed. I 1081. Luerss. 218. Aschers. 68.

Hab. Überall in den untern Lagen und hier an etwas schattigen Mauern, seltener an Felsen, überaus häufig und oft gesellig ganze Flächen bekleidend, durchaus nicht nur auf Kalk, namentlich im insubrischen Gebiet und im Wallis, wo der Farn auf allen Gesteinen gleich häufig vorkommt.

Wie überall auch in der Schweiz sehr vielförmig, und zwar so, dass an den ausgedehnten Standorten die verschiedenen Varietäten gruppenweise unter der typischen Form vorkommen, sodass eine Lokalität 4 und mehr Var. liefert; auch sind die Stöcke, welche die Merkmale einer Var. recht entschieden zeigen, in der Minderheit gegenüber solchen, welche Annäherungen der Var. zum Typus oder zu andern Var. bilden; auch zeigen sehr oft nur einzelne Blätter die Charaktere der Var. Dies ganze Verhalten giebt das Bild einer noch im Fluss befindlichen Formenbildung, wie kaum irgend eine andere Pflanze unserer Flora. Endlich sind monströse Gestaltungen: verkrüppelt reduzirte Fiederchen und anderseits abnorm vergrösserte und unregelmässig gelappte Fiederchen nicht selten.

Als normale Form ist anzusehen

Var. Brunfelsii. Heufl. Zool. Bot. Ver. Wien VI. 335.

Ziemlich klein, 6 bis 10 cm lang, Spreite oval deltoid, reichlich geteilt, dreifach gefiedert, Abschnitte abstehend, rautenförmig verkehrtoval, am Vorderrande gezähnelt.

Hab. An Mauern fast nirgends fehlend, bis in die Bergregion: Isérabloz 1000 m. *Besse.* Lens 900 m. *Besse.* Ob Vouvry 1400 m! Binn 1800 m. *E. Fischer.* O. Engadin. *M. Candrian.*

Hieran schliesst sich

Subvar. heterophyllum, Heufl. cit. 335,

welche neben normalen Blättern niedrigere, kurz gestielte, bloss 1 bis 3 teilige aber fruktifizirende mit breiten fast nierenförmigen Abschnitten hat.

Hab. Brünighöhe 1886!

Von der Normalform ist nicht zu trennen, weil bloss durch grosse Dimensionen verschieden, eine im insubrischen und Föhngebiet gewöhnliche aber auch sonst hie und da vorkommende, deren Blätter 1 bis 2 dcm. lang und deren Abschnitte auch grösser sind. Dies

Subvar elatum. Lang Syllog. plant. nov. Ratisb. 188.

Hab. Porlezza *Franzoni.* Locarno! *Mariani.* Mendrisio *Schræter.* Roche *Jaccard.* Sion *Wolf.* Planjean ob Lens 1600 m. *Besse.* Ringgenberg mit $^3/_4$ cm breiten Fiederchen! Bremgartenwald *F. v. Tavel.* Schosshalde *Bern id.* Ramlisburg Baselland!

Hierhin ist ferner zu ziehen

Subvar. macrophyllum Wallr. flor. Cript. I. 22.

Klein, dünn, Spreite kaum doppelt gefiedert, aber Fiederchen bis 1 cm lang und breit, eckig breit oval, tief gezähnt. Sori zerstreut, kurz. Jedenfalls Schattenform.

Hab. Sandsteinmauern Basel! Val Solda Dolomit! Grotte au Bord du lac entre Serrière et Auvernier *Sire.*

Var. Matthioli. Heufl. cit. 336.

Ausgezeichnet durch stumpf rautenförmige grosse Abschnitte, die so breit als lang und fast ganzrandig sind.

Hab. Signal de Chexbres *Favrat.* Ringgenberg! Besonders charakteristisch Brugg C. Aargau! Schrattengebiet der Melchalp *Rütimeyer.* Genf Mauern *E. Ayasse.*

Auch von dieser Form kommt eine grosse, der var. elateum analoge Form vor:

Hab. Cadro bei Lugano *Favrat.*

Ebenso eine kleine Form mit fast runden Fiederchen:

Hab. Isérabloz *Besse.* Bormio *Longa* Herb. Cornaz.

Eine kleine Pflanze hat bleibende grosse Drüsen an Stiel und Spindeln:

Hab. Dolomit: Costazza bei Torrepiano *Brügger.*

Var. microphyllum Wallr. flor. crypt. I 22.

Deutlich bezeichnet durch reichlich dreifach gefiederte aber ziemlich kleine Spreite, sehr dünn gestielte kleine spatelige bis runde zahlreiche scharf gekerbte Fiederchen von 2 bis 3 mm Länge, die oft verkümmern. Scheint nur teilweise Kümmerform und ist oft sehr normal entwickelt.

Hab. Genève Villette Château blanc *Fauconnet.* St. Maurice Kirchhofmauer! Vouvry Kalkmauern! Novaggio Tessin! Val Solda Dolomit!

Var. leptophyllum Wallr. cit. 22. v. angustifolia Haller fil. mss

Ziemlich gross, Spreite stark dreifach gefiedert, Fiederchen dünn gestielt, sehr schmal rautenförmig bis schmallanzettlich spitz, wenig gekerbt.

Hab. Schattenpflanze. Wallensee N. Seite *Schræter.* Haltingen b. Basel *Franz Bernoulli.* Baselaugst *R Anheisser.* Wasen *G. Bernoulli.* Steinen Schwyz *Rhiner.* Kehrsatz Bern *L. Fischer.* Bern *Haller fil. Wilczek.* Roche *E. Bonzon.* Sion *Wolf.* Vevey *Burnat.* St. Aubin *Shuttleworth* in Hb. Godet. Besonders extrem schmale Form: Genf Mauern Châtelaine *E. Ayasse.* Bagni vecchi Bormio! Locarno *F. v. Tavel.*

Subvar. Godeti.

Extrem schmale Form. Pflanze mittlerer Grösse, sehr zart, Stiele sehr dünn, Spreite schmal oval mit verlängerter Spitze, dreifach gefiedert, Abschnitte lineal lanzettlich bis schmal lineal, geschlängelt lang zugespitzt, bis $^1/_2$ cm lang, zahlreich, mit unregelmässigen linealen geschlängelten Zähnen besetzt. Habitus eines sehr schmalen Aspl. fissum, aber Abschnitte nicht keilig gestutzt.

Hab. Roche de l'Hermitage Neuchâtel 1878 *Godet.*

Var. cuneatum.

Fiederchen keilförmig, am vordern Ende mehr oder weniger abgestutzt und hier mehr oder weniger gezähnelt.

Folgende, nur in den Dimensionen und sonst sehr unbedeutenden Merkmalen verschiedene Formen der Autoren zusammenfassend:

Subvar. tenuifolium. Milde nov. Act. 26. II. 593.

Fiederchen schmal keilig, sehr klein, an der Spitze unregelmässig eingeschnitten.

Hab. Mauer des Kirchhofs von St. Maurice!

Subvar. pseudo-lepidum.

Christ, fougères Alp. Marit. in Burnat Matériaux pr. Hist. flor. Alp. Marit 1900. 9.

Klein. Fiederchen sehr zahlreich, klein, breitdreieckig, keilig, vorn wagrecht gestutzt, fast ganzrandig oder mit wenigen Zähnen.

Hab. Pont avant Travurno *Favrat.* Dieselbe Pflanze Seealpen *Burnat* Toulon *M. Boivin* 1846. Herb. Delessert. Fischlein-Boden bei Sexten S. O. Tirol *Naumann.* Sehr stark an A. lepidum Presl. erinnernd, aber Textur derb und nicht drüsig.

Subvar. brevifolium. Heufl. cit. 335.

Abschnitte breitkeilig, vorn gestutzt und tief kammförmig gezähnt.

Hab. Genève *Ayasse* Soc. Dauphin. 4330. Kirchhofmauer von St. Maurice!

Subvar. Zoliense. Heufl. cit. 335.

Sehr lang, schlaff, Spreite verkehrt oval, Fiederchen gross, lang gestielt, wenig zahlreich, langkeilig, vorn tief eingeschnitten.

Hab. Am Bach zwischen dem Kandergrien und den Zwieselbergen *Fischer-Ooster.* Castagnola *Ducommun. Blanchet.*

Var. pseudo-Germanicum. Heufl. cit. 338.

Sehr ausgezeichnet durch Grösse 10 bis 15 cm und weniger zahlreiche, aber um so grössere, meist zu 3 vereinigte oder genährte Fiederchen mit dominirenden Endfiederchen. Fiederchen verlängert rautenförmig mit keiliger Basis, oft lang herablaufend, tief und unregelmässig 2 bis 3 lappig, Lappen spitz gezahnt, oft mit lang vortretenden Zähnen versehen: sehr oft monströs eingeschnitten und ausgebissen. Luxuriante Form.

Hab. Bern *Wilczek.* Schosshalden Bern *F. v. Tavel.* Genf *E. Ayasse.* Pully chemin de la Rochette *Favrat.* 1880. Vevey *Blanchet. G. Müller* 1873. Cadro Tessin *Favrat.* Lugano Ai Grotti und Sorengo *Wirtgen.* Zwischen Gadmen und Innertkirchen *F. v. Tavel.* Kirchhofmauer von St. Maurice sparsam! 1899. Neuchâtel Murs Herb. Delessert. Ormonds *Fauconnet.*

Annähernd mit lang zugespitzten schmalen Abschnitten, Bormio *E. Levier.* Ähnlich auch Bôle. C. Neuchâtel *Tripet.*

Subvar. Bergamascum.

Besonders merkwürdig durch kaum doppeltgefiederte schmale Spreite, aus breitester Basis verlängert lanzettlich, lineal endigend, 7 bis 8 cm lang $1^1/_2$ bis $2^1/_2$ cm breit, und 1 bis 2 unterste Fiederpaare doppelt gefiedert, mittlere Fiedern gedreit, 3 bis 4 oberste nur seitlich schwach gelappt, Abschnitte lanzettlich keilig nach der Spitze verschmälert, nach vorn seitlich schwach gelappt, stumpflich, Ränder scharf gesägt.

Habitus von A. Germanicum, von ihm nur verschieden durch grüne, nur an der untersten Basis rotbraune Blattstiele, scharfe Zahnung und dicke Textur der Fiederchen.

Hab. „Fl. Bergam". *Siber-Gysi* in Herb. Helv.

Anmerkung: Die grösste und entwickeltste der Ruta Muraria-Varietäten ist

Var. pseudo-Serpentini. Milde fil Europ. 77

mit sehr langen (bis $1^1/_2$ dcm.) Blattstielen und einer oval länglichen, reichlich 3 bis 4 fach geteilten Spreite. Fiederchen lang gestielt, gross, breitkeilig-oval, vorn abgerundet, tief und oft abstehend spitz gezähnt.

Sori schmal, zahlreich, fächerig, meist nicht bis zum Rande reichend. Habitus stark an A. adiantum nigrum Subspec. A. cuneifolium Viv. (Serpentini Tausch) mahnend. Diese Pflanze liegt mir bes. charakteristisch aus Schlesien: Sprottau Rückendorf *Przyrembl* Wirtgen Pteridoph. und auch ähnlich aus Weimar Ehringsdorf *Torges* Wirtgen Pteridoph. vor; aus der Schweiz habe ich sie noch nicht deutlich gesehen. Erwähnt wird sie von Pasquale Conti in Feuille jeunes Naturalistes III. Ser. 279. 1. Jan. 1894 von Loreto und S. Salvatore bei Lugano.

Wirtgen fand bei Pazzallo Exemplare, die als versus pseudo-Serpentini bezeichnet werden könnten.

Areal der Art.

1. Ganz Europa, auch Mittelmeer-Region und subarctische Zone. Vorderasien bis Afghanistan und zum östl. Himalaya. Nepal nach Beddome.

2. Östliches und inneres N. Amerika (Wisconsin *Schuette*), wo ähnliche Formen wie die unsrigen, auch pseudo-Germanicum vorkommen.

A. Ruta muraria × septentrionale.

Murbeck. Tvenne Asplenier. Lund Univ. Arsskrift 27. 36. Tab. 2.
A. septentrionale × Ruta muraria. Aschers. 75.

Fig. 6. Asplenium Ruta muraria × septentrionale.

Unsere Pflanze stimmt etwas überein mit Murbecks cit. Abbildungen der schwedischen, ist aber nicht so luxuriant, sondern schmächtig, Abschnitte weniger scharf und tief gezahnt, meist nur der Endzahn stärker entwickelt. Stiel 8 cm, 3 cm aufwärts rotschwarz, sonst grün, dünn, gebogen, Spreite 3 cm auf 2 cm verkehrt oval mit fast keiliger Basis, doppelt gefiedert, 3 Fiedern jederseits, Fiederchen aufrecht, gestielt, $^1/_2$ bis $^3/_4$ cm lang, schmal keilig, zweigeteilt, seitlich sehr kurz gezahnt, an der Spitze in einen längern und schärfern Zahn endend, Sori für A. septentrionale höchst concludent: jederseits des Hauptnerves des Abschnitts eine lange Linie bildend, die aus 1 bis 2, selten mehr dicht anschliessenden Sori besteht (also nicht fächerig gestellt wie bei A. Ruta muraria). Indusium fest, bleibend, hellgrau, ganzrandig. Textur dicklich, Farbe grau-grün, glanzlos. Habitus mehr gegen A. Ruta muraria v. Zoliense als gegen A. septentrionale.

Hab. Entre Melide et Morcote 27. 7. 1892. *Wilczek.* Herb. Lausann. Bisher nur aus Schweden bekannt.

§ Athyrioides.

Aschers. Syn. I. 61.

16. A. fontanum.

(Polypodium L. Spec. plant. Ed. I 1089.) Bernh. Schrader Journ. 1799. I 314.
a) forma typica und b) var Halleri Luerssen 202. 203.
A.) pedicularifolium und B.) angustatum Aschers. 62. A. Halleri (Polypodium Hoffm. fl. Germ. II 10.) DC. fl. franç. V 240. Koch synops. Ed. II 982.

Hab. Kalkpflanze, am anstehenden Fels und an Mauern, etwas xerophil, gruppenweise in der untern und mittlern Zone meist mit A. Trichomanes und Ruta muraria; an den Flühen des Jura sehr verbreitet, ebenso im Rhonethal vom Genfersee aufwärts bis ins mittlere Wallis, sporadisch am Wallenstattersee.

1. Vuache *Du Commun, Briquet.* Fort de l'Ecluse *Briquet.* Salève *Fauconnet, Reuter.* Genf *J. Müller.* Collonge Jura *E. Ayasse.* Chaumont *Lerch, Vetter.* Neuchâtel *Payot.* Rochers de l'Hermitage *Godet, E. Cornaz,* Boudry *K. Rastetter.* Creux du Van *id.* 1887 Herb. Kneucker. Romont Jura Bernois *E. Tièche.* Weissenstein *A. Neuburger, E. Schneider, Lüscher.* Ravellen Önsingen! *W. Bernoulli.* Ballstall *Reinsch.* Bilstein Basler Jura *R. Preiswerk.* Trimbach *Lüscher.* Froburg! Ranzfluh Aargau *Coaz.* Bözingen *v. Rütte.* Lægern *Jæggi.*

2. Aigle Planterre *Jaccard.* Roche *Leresche.* Ormonds *Bugnion.* Porte du Scex! Entre Lavey et Morcles *Wilczek.* St. Maurice Kirchhofmauer! Vionnaz-Muraz *Jaccard.* Saillon vers les Gorges et Sommités de Riddes *Besse.* Montorge *F. v. Tavel.* Vallée de la Liserne *G. Bernoulli.* Hinter Tourbillon *Wolf.* St. Leonard 700 m. *Besse.* Leukerbad Spt. 1834 *Roth* Herb. Rugel.

3. Wallenstadt erste Runse am N. Ufer *Schræter, F. v. Tavel,* zwischen Quinten und Wallenstadt Felsen am See *Jæggi.* ob Quinten 1100 m. *Schræter, Jæggi.*

Was die Varietäten dieser Art betrifft, so unterscheidet Koch Synops. Ed. II 982 deren zwei:

α. pedicularifolium (Polypodium Hoffm. Deutsch. fl. II 10.) pinnis oblongo-ovatis pinnatis.

Dies die bei uns gemeine Form.

β. angustatum, pinnis breviter ovatis subcordatis lobulo uno alterove ad basin pinnæ in pinnulam sejuncto, frondes igitur ratione longitudinis angustiores. Er fügt bei: helveticum specimen hujus varietatis nondum vidi, a cl. Salzmanno in Cebennis lectam possideo.

Es ist mir nun evident, namentlich seit dem Studium des reichen Materials aus den Cevennen, Corbières und östlichen Pyrenäen des Herb. Gautier, dass Koch unter seiner var. β. angustatum nicht die von

Ascherson synops. I 63 dafür genommen und von Luerssen Farnpfl. 202. als forma typica bezeichnete Pflanze versteht, sondern eine sehr reduzierte und seltenere, wirkliche Varietät:

Var. angustatum Koch cit.

sie ist sehr klein, 6 cm. hoch, $1^1/_2$ cm. breit, und die oval stumpflichen Fiedern sind in ihrem mittlern und obern Teil nicht wieder gefiedert, sondern bloss stumpf eingeschnitten gekerbt, und nur zuweilen am Grunde der untern Fiedern sind 1 bis 2 der Lappen bis zur Rippe der Fieder eingeschnitten, stellen also Fiederchen dar, die einige kurzzugespitzte Zähnchen tragen. Sori sehr reichlich.

Luerssens (202) und Aschersons (63) var. angustatum stellt dagegen bloss die kleinern Exemplare und Blätter der Normalform dar, wie solche überall mit den grössern Pflanzen in gleicher Häufigkeit vorkommen und sich nur durch verkürzte, mit wenigern und kürzern Fiederchen versehene Fiedern graduell unterscheiden. Siehe die Abbildung Luerssen's 115 a. b. auf welche Aschers. verweist. Will man diesen kleinen Exemplaren durchaus einen Varietätennamen geben, so wäre dies var. minus Milde Fil. Europ. 71.

Fig. 7. Asplenium fontanum v. angustatum.

Hab. Var. angustatum Koch ist verbreitet neben der Normalform in den Kalkgebirgen des südwestlichen Frankreich: von den Cevennen zu den Corbières *Gautier* und den östlichen Pyrenäen *Naudin*. Bei uns scheint sie selten zu sein. Ich fand sie in einem Exemplar August 1899 an der Kirchhofmauer von St. Maurice! und *Kneucker* an der Eremitage daselbst und am Salève 1895.

Var. obtusilobum.

Normale grosse Pflanze, aber mit rundlichen etwas gestielten Lappen der Fiederchen, ohne Zahnung oder mit ganz selten auftretenden einzelnen Zähnchen.

Hab. Roche *Favrat, H. Jaccard.*

Lusus ceratophyllum.

Mehr ein Lusus als eine Var. ist eine 2 bis 3 fach gefiederte Form, deren Abschnitte nebst der Lamina der Fiederchen auf einen schmal

Fig. 8. Asplenium fontanum v. ceratophyllum.

linealen geflügelten Nerv reduziert sind. Zähne lang vorgezogen, lineal, lang zugespitzt, oft gebogen. Tritt meist nur an einzelnen Blättern und an diesen zuweilen nur partiell auf. Habitus höchst fremdartig. Analogie von Athyrium Filix femina v. latipes.

Hab. Roche *Leresche* 1856. Aigle *Haussknecht* 1862. Planterre Aigle *Jaccard*.

Eine Mittelform zwischen der Normalform mit ovalen Abschnitten und oval geschweiften Zähnen und dem Lusus ceratophyllum ist eine Pflanze von S. Triphon *l. Wolf* mit ovalen aber tief kammförmig gezahnten Fiederchen und geraden breit linealen stark grannigen Zähnen von 2 mm. Länge.

Fig. 9. Asplenium fontanum v. versus ceratophyllum.

Dahin gehört auch annähernd v. laciniatum Stansfield bei Lowe our native ferns II 167 Fig. 509, und als extreme Form auch v. depauperatum Stansfield eod. 166 Fig. 508. An letzterer ist das Blatt auf die mit kurzen spitzen alternierenden Läppchen besetzte Spindel reduziert. Ähnliche Missbildungen kommen an unsern Exemplaren auch vor, aber nur an der obern Hälfte der Spindel. In diesem Bezirk des untern Rhonethals variiert überhaupt die Pflanze stark in monströser Richtung. Ferner ist hervorzuheben:

Lusus abbreviatum.

Blatt verlängert, lineallanzettlich 1 bis 1 $^1/_2$ dcm. Untere Fiedern stark abwärts gerichtet. Fiedern sehr verkürzt, 1 $^1/_2$ bis 2 cm. lang, 1 cm. breit, dreieckig eiförmig aus breitester Basis, stumpf, 5 bis 6 Fiederchen jederseits, kammförmig dicht, unterste mit 3 bis 5 hornförmigen Zähnen, obere zweispaltig. Habitus von Aspl. Glenniei.

v. refractum Moore ex Lowe our native

ferns 1867 II 170 Tab. 42 unterscheidet sich nach der Abbildung nur durch rotbraune Spindel.

Hab. Pentes sur Roche 550 m. *Jaccard* et *Wilczek.*

Lusus recurvatum.

A. fontanum zeigt an besonders insolierten Orten, z. B. an der Kirchhofmauer von St. Maurice! regelmässig die Erscheinung convex nach unten gefalteter bis mit der Unterseite zusammengeklappter und dabei nach unten gebogener Laubteile bei dunklerer Farbe, genau wie die Form Rhæticum des Athyrium Filix femina und die Form recurvatum des Aspidium dilatatum.

Var. Insubricum.

Fiedern breiter oval, sehr kurz gestielt, stark geteilt, Abschnitte gedrängt, zahlreich, über 2 mm. breit, rundlich, wenig gezahnt, sondern nur 3 bis 5 eckig, Ecken kaum gespitzelt.

Tritt der Subspecies A. Foresiacum (A. Halleri v. Foresiacum A. Le Grand Bullet. Soc. bot. france 16. 61 1869) etwas nahe, das im centralen und südöstlichen Frankreich auf dem Urgebirg das A. fontanum vertritt, sich aber durch unten braune stärkere Spindeln, grössere Dimensionen, viel grössere ovale ebenfalls kaum stachelspitzige Abschnitte dritter Ordnung und oft dunkle Farbe von A. fontanum unterscheidet und dem A. lanceolatum Huds. schon recht nahe steht.

Hab. Felsen und Mauern unterhalb Ronco d'Ascona nel luogo detto Croasca *Franzoni* 1853. *Favrat* 1862. Christ 1898. Brissago *Franzoni* 1839. Das Gestein besteht dort aus Diorit und Kalk.

Einziger mir bekannter Standort in unserm insubrischen Gebiet und zugleich Ostgrenze für den südlichen Alpenbogen.

Areal der Art.

1. Felsenpflanze der Kalkgebirge der untern bis mittlern Bergregion des südwestlichen Europa längs dem Saum des Mittelmeeres von O. Spanien her: Albarrazin *Zapater.* Teruel *Reverchon.* Pena Galosa *C. Pau,* zu den östlichen und centralen Pyrenäen Canigou *Gautier.* Troncade d'Amboulla *Guillou.* Louvon Pyr. sept. med. *Deville,* den Corbières und Cevennen *Gautier* in die Seealpen Val Pesio *Burnat, Bicknell,* Val di Roja *Bicknell* ins Dauphiné, durch die Kalkzone von Savoyen, Verel Pragondran bei Chambery *Chabert.* Gorges de Colonnay, Col d'Aïx *Briquet.* Sur toute la chaîne des Fiz et du Buet *Payot.* Brizon *Bourgeau.* Chamounix *Jack,* durch unsern und den westlichen Jura von Besançon (nach Magnin), um an der Grenze des Vogesensandsteins bei Belfort: Fort de Justice *Parisot* fl. Gall. Germ. ed. Schultz 896, einst auch bei

Rheinweiler unterhalb Basel an einer Mauer l. *Störk* 1882, c. Lœsch und schliesslich im schwäbischen Jura bei Überkingen Gaislingen *Herter* zu erlöschen.

Also im Grunde eine westliche Alpenpflanze, welcher das Kalksubstrat mit seinen warmen Lokalstationen eine besonders starke Ausstrahlung nach N. O. ermöglicht, ähnlich Buxus, Quercus pubescens, Carex gynobasis Vill. (C. Halleriana Asso) etc.

Auf der atlantischen (meist granitischen) Westseite Europas fehlt sie, die Angaben Moore's und Lowe's für England beziehen sich wohl kaum auf echt wilde Standorte; ihre allgemeine Ostgrenze scheint die Juralinie. Die Angaben in den östlichen Alpenländern (Aschers. 62) sind mir zweifelhaft.

2. Der nordwestliche Himalaya, und zwar in der grössern sowohl als in der kleinern, mit der europäischen identischen Form. Erstere von Chamba Pangi Kilar to Phindru 8500′ *Duthie,* letztere ebenda Hudan Valley 8000 bis 12,000′ *Duthie.*

Die mangelnde Verbindung zwischen W. Europa und dem N. W. Himalaya ist bei dieser Art sehr auffallend, um so mehr, als in Amerika und O. Asien sehr nahe stehende Formen vorhanden sind.

Etwas mehr weicht ab A. Yunnanense Franchet in Bullet. Soc. franç. 32, kommt aber im Habitus mit der Forma minor Milde sehr überein. W. China Yunnan *Henry.*

Verwandt, aber doch ziemlich deutlich unterscheidbar ist eine Parallel-Art des Himalaya und Vorderindiens A. exiguum Bedd., die neuerdings von Hope identifiziert wird mit dem A. Glenniei Baker (A. gracile Fournier) der südlichen Ver. Staaten und Mexikos.

Anmerkung. Das Aspl. Foresiacum Le Grand ist, obschon bisher in der Schweiz nicht nachgewiesen, noch so wenig bekannt und von so grossem Interesse als eine geographisch und nach der Beschaffenheit der Felsart abgegrenzte Zwischenform zwischen zwei Species: A fontanum und A. lanceolatum Hds., dass es hier seine Stelle finden möge, um so mehr, da ich durch die Güte des Hrn. Ant. Le Grand in Bourges mit reichlichem Material versehen wurde.

A. Foresiacum.

A. Halleri var. Foresiacum Ant. Le Grand in Bull. Soc. bot. France 1869. XVI 61:

«L'Asplenium Halleri Dc. est une espèce variable. Ni le type «(pedicularifolium Kch. F. Schultz Herb. norm. N. 782 et 782 bis) ni le «fontanum n'habitent Montbrison et ses environs. La forme qui y croît «abondamment a, au premier abord, le port de l'Asplenium lanceolatum, «mais une étude plus attentive la fait rapporter à l'A. Halleri. Elle «en diffère toutefois par ses larges proportions, les segments deux ou «trois fois plus grands, à divisions moins profondes et souvent seulement «dentées. Je l'appellerai A. Halleri var. Foresiacum.»

A. Forisiense Ant. Le Grand in Statistique du Forez 1873. 252:

« Observ. Plante très-variable à frondes « moins découpées que dans les Pyrénées, le « Jura, l'Alsace. Segments élargis, ovales, peu « dentés (A. Forisiense Nob) Elle se trouve « aussi dans la Haute-Vienne et a été prise « pour l'A. lanceolatum Huds. dont elle a le « port. »

A. fontanum var. macrophyllum St. Lager in Etude des fleurs de Cariot 8 Ed. 1889 III 963: « Frondes grandes, segments élargis à « divisions moins profondes et souvent seule- « ment dentées. »

Le Grand flore analytique du Berry 2 Ed. 1894. 383:

« Fronde ovale-oblongue, élargie, à seg- « ments allongés pourvus de lobes nombreux, « dentés, parfois lobulés, jusqu'à 6—12 nette- « ment subpétiolulés sur les segments moyens, « quelquefois assez larges, ce qui rapproche « les grands exemplaires de cette forme de « l'A. lanceolatum. »

Siehe Christ Fougères (Alp.-Marit.) in Burnat Matériaux pr. hist. flor. Alp. Marit. 1900. 14.

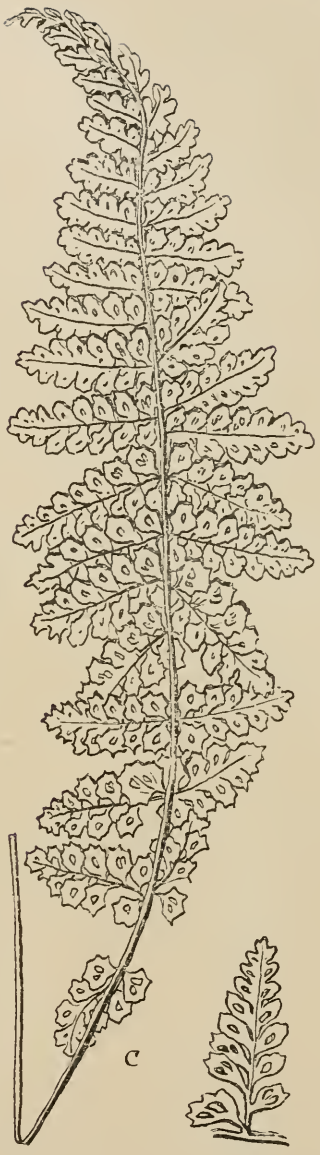


Fig. 10. Asplenium Foresiacum.

Habitus von A. lanceolatum Huds., aber Spreite nach unten mehr verschmälert, Fiederchen nicht gelappt, sondern grob und kaum grannig gezahnt, Dimensionen mehr als um die Hälfte kleiner, Blattstiel und Spindel weniger rot gefärbt. Vom Typus des A. fontanum verschieden durch stärkere Dimensionen, verlängert lanzettliche Fiedern, stumpfe und wenig tief gezahnte Fiederchen, bis in die Blattspreite hinauf rötlich angehauchter Stiel und Spindel, weniger lang nach der Basis verschmälerte, oft überhaupt kaum verschmälerte Spreite. Farbe frisch lebhaft gelb grün, trocken oft trübbraun grün wie A. lanceolatum.

Hier die vergleichende Diagnose:

A. fontanum.	A. Foresiacum.	A. lanceolatum.
Rhizom dicht rasenbildend, Blattstiele 20 und mehr.	Rhizom 5 bis 10 Blätter tragend.	Rhizom 5 bis 10 Blätter tragend.
Pflanze klein: 10 bis 12 cm. lang. Blattstiel kurz: $^1/_5$ des ganzen Blattes, nur an der Basis braun, sonst mit der Spindel grün, matt, kaum 1 mm. dick.	Pflanze 2 bis $2^1/_2$ dcm. lang. Blattstiel länger $^1/_4$ bis $^1/_3$ des Blattes, 1 mm. dick, oft bis zum Anfang der Spreite braun überhaucht, etwas schimmernd.	Pflanze $2^1/_2$ bis $3^1/_2$ dcm. lang. Blattstiel $^1/_3$ des Blattes, rotbraun, Spindel auf der Unterseite bis über die Mitte der Spreite ebenso, glänzend.
Spreite lanzettlich, in Folge allmälig abnehmender Länge der untern Fiederpaare nach der Basis verschmälert.	Spreite eilanzettlich, untere Fiedern etwas verkürzt.	Spreite eilanzettlich, unterste Fiedern etwas, oft auch gar nicht verkürzt.
Stiel 2 bis 5 cm. Spreite, 8 bis 10 cm. lang, 2 bis 3 cm. breit.	Stiel 6 bis 8 cm., Spreite 12 bis 18 cm. lang und 4 bis 6 cm. breit.	Stiel 8 bis 10 cm., Spreite 17 bis 25 cm. lang und 7 bis 12 cm. breit.
Fiedern dreieckig oval kurz zugespizt, 20 bis 24, $1^1/_2$ cm. lang, 8 mm. breit.	Fiedern verlängert lanzettlich stumpf, etwa 15 bis 20, 3 cm. lang und 1 cm. breit, die untern oft stark zurückgebogen.	Fiedern verlängert lanzettlich etwas zugespitzt, 15 bis 18 5 cm. lang und 2 bis 3 cm. breit.
Fiederchen 4 bis 7 jederseits, 3 bis 4 mm. lang und 2 bis 3 mm. breit, mit 3 bis 5 eckigen tiefen grannig zugespitzten Zähnen jederseits.	Fiederchen 6 bis 8 jederseits, 6 mm. lang und etwas schmäler, rundlich oval keilig stumpf, flach eckig grob gezähnt, nicht gelappt, Zähne nicht oder kaum begrannt, 3 bis 4 jederseits.	Fiederchen 5 bis 13 jederseits, unterste $1^1/_2$ cm. lang und 8 mm. breit verkehrt oval, grannig grob gezähnt, unterste gelappt, 3 bis 5 Lappen jederseits, Lappen grobgrannig gezahnt, Zähne ovallanzettlich.
Sori klein, kurz, am Mittelnerv, vom Rand entfernt.	Sori klein, kurz, vom Rand entfernt.	Sori etwas mehr länglich, mehr gegen den Rand hinausgerückt.
Indusium ganzrandig oder etwas eingeschnitten, hie und da übergebogen (athyrioid.)	Indusium oft stark zerfetzt, hie und da übergebogen.	Indusium meist ganzrandig, hie und da übergebogen.

Aus dieser Vergleichung tritt die Mittelstellung des A. Foresiacum deutlich ins Licht, sodass man schwanken kann, ob es eher als Subspecies dem A. fontanum oder dem A. lanceolatum zu unterstellen sei.

Hab. Es wächst in einem streng abgegrenzten Gebiet, in den Gebirgen, welche das Becken der obern Loire umgeben, in den Landschaften

Forez, Vivarais, Velay und Lyonnais, deren Centrum Montbrison bildet, wie es scheint häufig.

Ich sah es von Annonay *Alex. Forel.* Vallée du Vizezy à Montbrison, Rochers granitiques *A. Le Grand.* Lempdes, Haute-Loire *Gatier, Ant. Girardet* Valleraugue rochers quartzeux *André.* Aveyron vallée du Rance à Balaguier rochers schisteux 300 m. *H. Coste.* Rochers granitiques à Chaillac Indre *Le Grand.* Ausserhalb dieses Bezirks ist es sehr zerstreut: Berry nach Le Grand, Prades Pyrén.-Or. *Senen* Herb. Gautier. Zweifelhaft ist mir noch die Pflanze der Euganeen Pendice *G. Bizzozero* und eine durch sehr allmälich nach der Basis verkürzte Spreiten und scharfe Zahnung schon weit mehr nach A. fontanum neigende Form: Pesio Prov. de Cuneo *Burnat,* die ich in Fougères Alp. Marit. in Burnat Matériaux hist. flor. Alp. Marit. 1900. 14 A. fontanum var. pseudolanceolatum nannte.

A. Le Grand gibt folgende Örtlichkeiten an:

Stat. bot. du Forez cit.: C. Rochers de la région moyenne et inférieure des montagnes de 450 à 800 m.: Rochers des bords de la Loire C.! Chaîne du Forez C.! Montbrison et la vallée du Vizezy, Soleymieu, Vallée du Lignon etc. pentes du Pilat A. R.! Fl. anal. du Berry cit.: R. R. Saint-Benoît-du-Sault, rochers granitiques du Montgarnaud (Ed. Bernard)! de Seillant commune de Chaillac (Abbé Sabourain)!

St. Lager cit. bemerkt: « a été observé sur les rochers siliceux du Forez et du Vivarais. »

Allgemein wird das Vorkommen der Pflanze auf Quarzgestein angegeben, im Gegensatz zu A. fontanum, das kalkstet ist, aber durchaus in Übereinstimmung mit A. lanceolatum, das kalkfreie Unterlage liebt. Das nach dem Bezirk und der Unterlage so stark lokalisierte Vorkommen dieser Subspecies im Verein mit den sehr starken Analogien zu beiden genannten Arten lässt an eine hybridogene Art denken, ähnlich dem A. Germanicum. Gerade im südöstlichen Frankreich stossen in der That die Areale beider Arten zusammen: A. fontanum ist gemein auf den Kalkketten des Südostens von den Pyrenäen bis zum Jura; A. lanceolatum hat sporadische Standorte von den Inseln her am Littoral der Provence (Hyeres Herb. Montpell. Esterel *Burnat*) und kommt auch von Westen her, wo es bis Cherbourg hinaufgeht, und z. B. bei Paris (Fontainebleau *Parlatore*) vorkommt, in Frage. Immerhin bleibt es sehr merkwürdig, dass das A. Foresiacum einen rundlichen Bezirk besiedelt hat, der ziemlich weit von beiden Arten nach dem Centrum Frankreichs vorgeschoben ist.

Anmerkung. Ein im südlichen Frankreich auftretender Bastard zwischen A. viride Hds und A. fontanum Bernh. könnte wohl auch im Jura oder im Wallis gefunden werden. Ich gebe daher hier dessen Beschreibung:

A. Fontanum × viride.

A. Gautieri Christ Fougères Alp.-Marit. in E. Burnat Matériaux pr. hist. Flore des Alpes-Marit. 1900. 15.

Wurzelstock kurz, aufrecht, stark rasig, Blattstiele sehr zahlreich, schlaff, an der Basis schwarzpurpurn, mit wenigen pfriemlichen schwarzen Schuppen, sonst wie die übrige Pflanze kahl und blass grün, $2^1/_2$ bis 5 cm. lang, unten fast stielrund, nach oben mit einer Furche. Spreite lineallanzettlich, bis unter die Spitze ziemlich parallelrandig, stumpflich, gegen die Basis verschmälert, 6 bis 8 cm. lang, 10 bis 13 mm. breit, einfach gefiedert, Fiedern ungefähr 10 beiderseits der Spindel, dünn krautig, Fiedern abwechselnd, kurzgestielt, untere entfernt stehend, rautenförmig rundlich etwas ungleichseitig, nämlich der untere Rand etwas keilförmig nach der Basis verlaufend, der obere etwas geöhrelt, die obern mehr dicht stehend, stumpf oval, 6 mm. lang, etwas schmäler, beiderseits tief dreizähnig, Zähne spitz, rechteckig, begrannt, seltener stumpflich, die mittlere Lamina der Fieder ungeteilt 3 mm. breit, unterste Fiedern kleiner und fast zur Basis eingeschnitten. Spitze der Spreite bloss fiederspaltig. Fruchthaufen einzeln am Grunde der Zähne, rundlich $1^1/_2$ mm. breit, Schleierchen weisslich oval $^2/_3$ mm. breit, fast ganzrandig. Tracht und Farbe von A. viride, aber die Fiedern weniger zahlreich, tiefer gezahnt, Zähne grannig spitz und ein wenig von der geschweiften Form von A. mucronatum Presl Brasiliens (Hook. Icon. ferns I cent. Tab. 17).

Fig. 11. Asplenium fontanum × viride.

Hab. Forêt d'Estables près d'Axas, Aude 1400 m. l. G. *Gautier* 1888.

Unter den A. fontanum dieser Region finden sich kleine Exemplare der var. angustatum Kch. die mit dem Bastard leicht zu verwechseln sind; und unter denen einer andern Lokalität (Col de Fraisse) finden sich unter Exemplaren des A. Gautieri solche, an denen die Fiedern sich mehr verlängern und tiefer eingeschnitten sind, und welche mir ein A. perfontanum × viride darzustellen scheinen. Siehe Fig. 12.

§ Viridia.
Hook fil. synops. Ed. II 194.

17. A. viride.

Huds. Engl. flor. 385. Luerss. 159. Aschers. 59.

Hab. Allgemein verbreitet und nirgends ganz fehlend in der Berg- und untern Alpenregion der ganzen Schweiz, in der obern Buchenzone beginnend und oft tief herabkommend; namentlich im Jura und den äussern Kalkalpen, aber ohne Unterschied des Gesteins. An Felsen, Blöcken, Baumwurzeln im Schatten und Halbschatten.

Tiefe Standorte: Liestal! Köniz- und Schwarzwasserthal Bern *L. Fischer*. Bremgarten-Wald *Fischer-Ooster* Gattiker Weiher 547 m. *Eug. Baumann*. Kehrsiten!

Molasse b. Brittnau *Lüscher*.

Standorte in Graubünden: Valzeina *Wilczek* Padella und Channera O. Engad. *Candrian*. St. Moritz *N. A. v. Salis*, *Burnat*. Bevers *Brown*.

Im Tessin: Cimalmott, Campo alla Torba valle Maggia *Franzoni*, Fruca di Bosco id. S. Bernardino *id.*

Der Farn variiert im Grade der Zahnung der Fiedern:

Var. incisum. Bernoulli Gef. Crypt. d. Schw. 15. (1857.)
Var. inciso-creatum. Milde nov. Act. 27. II. 582. (1858).

Zähne bis zu $^1/_3$ und tiefer in die Fläche der Fiedern eindringend.

Der Typus und diese Form sind local nicht getrennt und kommen auch auf demselben Rhizom vor.

Hab. Überall mit der Normalform z. B. Avants *Burnat*. Rochers d'Aï 1800 m. *Jaccard*. Château d'Oex *id.* Weisstannenthal *Wilczek*.

Zug *Bamberger*.

Fig. 12. Asplenium perfontanum × viride.

Subvar. sectum. Milde cit. 582.

Noch stärker eingeschnitten: untere Fiedern gross, drei- und mehrlappig, Lappen gezahnt. Luxuriante Form.

Hab. Alpe Tanay 1600 m! Pont de Nant *Wilczek*. Imfeld Binn 1600 m. *Ed. Fischer*. Salève Grande Gorge *Fauconnet* Couvet *Lerch*.

Subvar. oblongum.

Christ fougères Alp. Marit in Burnat Matériaux Hist flor. Alp. Marit. 1900. 7.

Wie incisum aber Fiedern länglich oval zugespitzt, mit wenigen aufrechten lanzettlichen zugespitzten Zähnen. Vielleicht extreme Schattenform.

Hab. Schattige Felsen Gex (Ain) b. Genf *Paiche.* Ähnlich Pont de Nant *Wilczek.* Couvet *Lerch.*

Am stärksten ausgeprägt Alp. marit. *Burnat.*

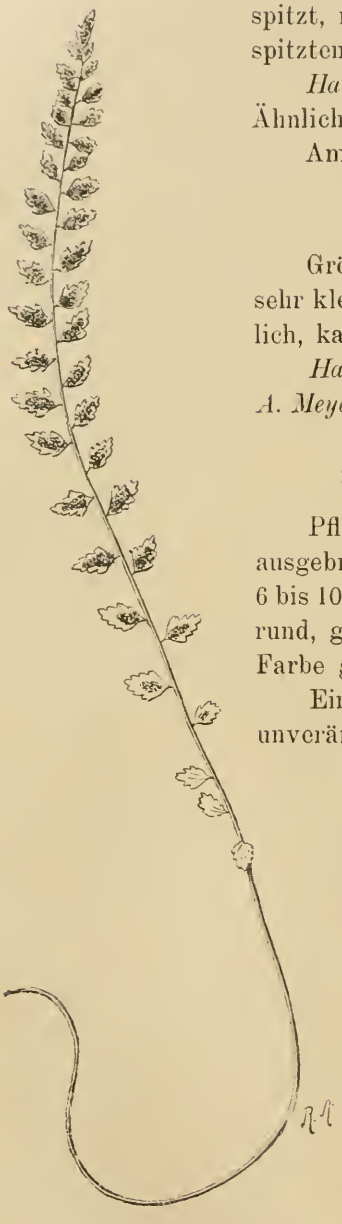


Fig. 13. Asplenium viride v. oblongum.

Var. microphyllum.

Grösse normal, aber Fiedern entfernt stehend, sehr klein, 3—4 mm im Durchmesser, sitzend, rundlich, kaum gekerbt.

Hab. Liestal! Engelberg *G. Hegi, Christ.* Parpan *A. Meyer.*

Var. alpinum.

Schleicher bei Bernoulli Gef. Crypt. Schw. 16.

Pflanze doppelt bis dreifach kleiner. Blätter ausgebreitet liegend, 2 bis 3 cm lang, Fiedern bloss 6 bis 10 jederseits, dachziegelig sich berührend, kreisrund, gewölbt, schwach gekerbt, Textur fast lederig, Farbe gelblich.

Eine entschiedene Alpenform, bleibt in Kultur unverändert.

Hab. Höhere Alpen. Grosse Scheidegg Höhe! Zwischen Brünig und Hohfluh! Arni Engelberg! Martinets *Favrat.* Kaltwassergletscher Simplon *Besse.* Albrun 1900 m. *E. Fischer.* Colombire 2000 m. *Besse.* Emserhorn Wallis 2100 m. *Coaz.* Zermatter Rothorn 2000 m. *Favrat.* Grundberg Saas 2400 m *Coaz.* Cambrena Gletscher *Theobald.* Calanda *Favrat.* Silser-See *id.*

Stelvio I und IV Cantoniera und valle de Vittelli bei Bormio *Cornaz.*

A. viride nimmt oft die bei A. adulterinum Milde (Luerss 165 Fig. 108 und 109) als Regel beobachtete Stellung der Fiedern rechtwinklig zur Spindel an, wohl ein Insolationseffekt.

Hab. Filsbachtobel Wallensee *Schræter.* Churwalden *G. Jeanjaquet* Liestal 1899!

Areal der Art.

1. Alpenzug und europäische Gebirge im N. u. S. durch Vorderasien und den Kaukasus zum Himalaya, wo auch die var. alpinum auftritt: Hazara Kugau *Duthie.*

2. Sibirien nach Aschers. 59.

3. Westl. N. Amerika, Rocky Mountains und östlich N. Amerika in New-Brunswick (Hook.)

§ Trichomanoides.

Hook. Synops. fil. Ed. II. 196.

18. A. Trichomanes.

L. Spec. Plant. Ed. I. 1080. Luerss. 184. Aschers. 55.

Hab. Gemein im ganzen Gebiet von der wärmsten Region — und gerade hier im Tessin sehr zahlreich — bis zur Baumgrenze, vorwiegend an Mauern und in Felsschluchten, oft gesellig. Auch im O. Engadin.

Stark ausgeprägte Varietäten kommen nicht vor, sondern nur Grade der Zahnung, und besonders luxuriante Ausbildung der Fiedern.

Sehr grosse Exempl. mit Fiedern bis $1^1/_2$ cm lang und 8 mm breit. Zb. Rovio-Melano *Wirtgen.*

Var. microphyllum. Milde fil. Eur. 65.

Fiedern sehr klein, länglich oval, 3 bis 4 mal länger als breit, fast ganzrandig.

Hab. Murs de Genève (einst) *Reuter.* Chillon *Reuter.*

Subvar. Wirtgenii.

Ähnlich, Fiedern kammförmig, dicht stehend, 20 bis 25 jederseits, lanzettlich parallelrandig, 7 mm lang, 3 mm breit, vorn fast rechtwinklig stumpf, an der Basis schwach geöhrelt, der fast ganze Rand eingerollt, Pflanze graugrün, dick lederig, Sori lang, sehr schief liegend, nicht zusammenfliessend:

Hab. Ai Grotti Lugano in Anzahl *Wirtgen.* Ähnlich Nice, nouvelle Route de Villefranche *Vidal.*

Var. auriculatum. Milde fil. Europ. cit.

Die Form mit bloss oberseits geröhrelten, sonst normalen Fiedern.

Hab. Zerstreut und oft nur an einzelnen Blättern und Fiedern unter

der gewöhnlichen Form: Zb. Pont de Nant *Wilczeck*. Umgebung von Lugano, gemein Zb. Tassino *Wirtgen*.

Var. hastatum.

Fiedern am Grunde ober- und unterseits mit grossen, oft rückwärts abstehenden und also die Spindel deckenden Öhrchen. Textur meist derb, Fiedern und Öhrchen oval, oft ganzrandig. Von lusus Harovii durch Mangel der tiefen Kerben verschieden.

Hab. Mehrfach in der Umgebung von Lugano: Sorengo, Viotallo, Tassino. Pazzallo *Wirtgen*.

Var. inciso-crenatum. Aschers. Syn. I. 65

Fiedern normal, rundlich, aber scharf und tief bis zu $^1/_3$ eingekerbt.

Hab. Gandria 1889!

Ebenso aber Fiedern spiessförmig: Lugano *Wirtgen*.

Var. lobato-crenatum. DC. fl. franc. II. 554 ex. Luerss. 189.

Klein, Fiederchen mit wenigen rundlichen tiefen Lappen, unterste keilig und blos 3 lappig.

Hab. Isteiner Klotz bei Basel (Gr. Baden). *A. Braun* man. propr. Herb. Kneucker. *Ress* 1863.

Die folgenden Formen charakterisieren sich schon durch die abnorm dünne Textur und hellgrüne Farbe, sowie die Grösse der Fiedern als luxuriante:

Lusus incisum. Moore ferns Brit. Nature printed 1. Tab. 39.

Fiedern gross, breit keilig rautenförmig, tief und an der Basis bis zum Grunde eingeschnitten und die Abschnitte tief eingekerbt.

Hab. Chardonne Vevey *Burnat*. Bouveret *Favrat*.

Besonders gross mit abgerundeten Lappen und fast doppelt gefiedert. Einzelne Fiedern zeigen sogar basale Lappen, die wiederum fast zur Costa eingeschnitten sind. Pazzallo und Loreto b. Lugano *Wirtgen*.

Lusus Harovii. Milde Sporenpfl. 39.

Fiedern sehr dünn häutig, verlängert oval, an der Basis mit 2 Öhrchen, also spiessförmig, und an den Rändern stark wellig gekerbt bis gelappt, Lappen hie und da wieder gekerbt.

Hab. Schattige Felswände: Ai Grotti, M. Caprino, Sorengo Cortivallo, Lago di Lugano *Wirtgen*. Aigle *Favrat*. Les Plans *id*. Richard Alpes de Bex *id*. Bouveret *id*. Pied du Muverand *id*. Axenstrasse! *Thiry*.

Sublusus pachyrachis.

Wie Harovii, aber mit stark verdickten Spindeln und ledrigen, dachziegelig gestellten Fiedern.

Hab. St. Maurice Erémitage Wallis 1891 *Kneucker.* Viotallo Tassino bei Lugano *Wirtgen.*

In Tessin (Gegend von Lugano *Wirtgen*) sind gegabelte Spindeln sehr häufig; hervorzuheben ist aber doch:

Lusus multifidum. Moore nat. Printed Brit. ferns Octav. II. 1863. 76 bis B.

Spindel gegen die Mitte dichotom, die Gabeln bis 4 fach wiederum dichotum geteilt, gleich Scolopendrium multifidum. Fiedern klein, zum Teil verkümmert.

Hab. Astano Tessin *Mariani.* Hb. Helv. und wiederum 1899 Novb. Hb. Christ. Ganz ähnlich Trevano und Lugano *Wirtgen.*

Areal der Art.

Cosmopolitisch durch die gemässigte und subarctische Zone und die Gebirge der warmen Länder beider Hemisphären. Nur in den Steppen und Wüstenländern zurücktretend. In den Tropen in vielen Var. und Subspecies, so schon auf den atlant. Inseln (A. anceps Soland.) Das trop. amerikanische A. castaneum Cham. Schlecht. (A. heterochroum Kunze) scheint nur grosse Var. des Typus.

Im indischen Monsun-Gebiet wird es durch das grössere A. normale Don vertreten, doch kommt auf den Philippinen Luzon *Loher* davon eine kleinere, dem europäischen Typus sich eng anschliessende Form vor.

Aber im Himalaya *Gamble Blanford.* China *Faber, Henry.* Japan *Makino, Faurie,* in N. Amerika: New-York *Miles* Columbia *Ward,* den Sandwichsinseln *Baldwin, Hillebrand,* in Abessinien *Traversi,* S. Afrika *Bolus* 577, Neu Holland Port Jackson *Maiden* ist genau unsere europ. Form vorhanden. In Californien *Blaisdell* ist auch der Lusus Harovii gefunden.

19. A. Germanicum.

Weis (nach Pritzel ist der Name zu schreiben: Weiss) Plant. cryptog. fl. Götting. 299.
Luers. Farn. p. fl. 238.
A. Trichomanes × septentrionale Aschers. fl. Brand. sub. I 916. synops. I 75.

Dieser Farn ist nach meinen Beobachtungen ein völlig fixierter und zur Species gewordener Bastard von A. Trichomanes und septentrionale, der sich heute nach seiner Morphologie und seinem Vorkommen genau wie eine andere Species benimmt. Morphologisch ist er stabil geworden, und es findet weder die unvermittelte Juxtaposition der Merkmale noch das Schwanken der Form statt, wie sie andere Farnbastarde zeigen. Namentlich liegt nicht eine unbestimmte Mehrheit von Formen vor, von denen sich die eine bald dem einen, bald dem andern Parens nähert. Nur als grosse Seltenheit treten Pflanzen auf, welche andere Stufen der Hybridität zwischen beiden Stammarten darstellen, und diese nehme ich

als neue, unter unsern Augen entstandene Bastarde in Anspruch. A. Germanicum hat zudem einen Verbreitungsbezirk, der sich mit dem der Eltern nicht völlig deckt, und kommt auch in so ansehnlicher Anzahl vor, dass nur die Annahme einer hybridogenen, als solche sich nun weiter fortpflanzenden Art übrig bleibt. Derlei hybridogene Species sind ja auch Zb. im Genus Rosa (R. alba L., R. centifolia L., R. trachyphylla Rau). Alchemilla (A. splendens Christ) und Hieracium durchaus anerkannt.

Dass dem A. Germanicum auch die den hybriden Formen im allgemeinen anklebende mangelhafte Ausbildung der Sporen immer noch zu einem geringen Teil anhaftet – aber jedenfalls ohne die Fortpflanzung zu hindern — zeigt folgende Vergleichung, die ich dem botan. Inst. Basel (Hrn. Prof. W. Schimper) und speziell dem Frln. Dr. Ternetz verdanke:

Asplenium septentrionale:

Sporen regelmässig ausgebildet, länglich elliptisch. Exine ausserordentlich charakteristisch, durchaus verschieden von A. Germanicum, nicht körnig flockig, sondern häutig mit Verdickungsleisten. Längsdurchmesser 55—60,5 μ. Breitendurchmesser 35—40 μ.

A. Germanicum:

Sporen etwas unregelmässig, rundlich, Exine körnig-flockig. Länge Maximum 37 bis 40 μ. Breite Maximum 32 μ. Meistens isodiametrisch und dann Durchmesser 29 μ.

Hab. Während bei uns A. Trichomanes überall, und A. septentrionale in der ganzen Centralalpenkette von Wallis und Bern bis Graubünden vorkommt, benimmt sich A. Germanicum fast wie eine insubrische Pflanze: sie hat in den Thälern Tessins ihr Hauptvorkommen, tritt im U. Wallis auf und kommt daneben nur noch punktförmig und sehr sparsam an einzelnen Stellen des mittlern und obern Wallis und an je einer einzigen des Berner Oberlandes, Uris, des Obern Rheinthals und U. Engadins vor. Die Standorte sind feuchte Mauern und Felsen der untern und mittlern Region, während sowohl A. septentrionale als A. Trichomanes bis zur Baumgrenze heraufgehen. Das Vorkommen ist in einzelnen Rasen und Gruppen, hie und da fast gesellig, meist aber nicht immer in der Nähe der Stammarten. In Betreff der Unterlage folgt A. Germanicum dem A. septentrionale, und findet sich nur auf kalkfreiem Gebirg.

1. Insubrisches Gebiet.

Giornico *Brügger*. Faido *Jaccard, Gysberger*. Medeglia sur Bironico *Muret*. Zwischen Mogno und Fusio *Franzoni*. Fusio *Correns*. Gordola *Favrat*. Orsellina *Franzoni*. Ascona *Schnebli*. Locarno! Tamaro *Franzoni*.

Ponte Brolla reichlich *Schrœter*. Intragna *Leresche*. Isone *id.* Losone *Brügger*. Zwischen Melide und Morcote *E. Fischer* ob Morcote *Wilczek*. Rovio Generoso *Wilczek*. Barbengo *Wirtgen*. Surreggio-Comano *H. Lüscher*. Verzasca *Wilczek*. Cevio inter (?) Bosco *Schleicher*. Herb. Haller fil. Calanca Arvigo *Brügger*. Bondo Bergell *Brügger*. Zw. Bondo und Stampa *F. v. Tavel*. Poschiavo *Rapin*. Iselle *Wolf*. *Sandoz*.

2. Rhonegebiet.

Collonges U. Wallis *Favrat*. Trientschlucht über Salvan bei Finhaut *Wolf*. Trient 1000—1250 m. *Jaccard*. Gueuroz unter Salvan 900 m. *Wilczek*. Jouxbrûlées sur Branson *Jaccard*. Bemont sur Bovernier *Wolf*. Sembrancher *Miller* u. *Jaccard*. Fionnay Bagne *id.* Ebenda 1400 m. mit den Eltern selten *W. Bernoulli*. Vissoie *Wilczek*. Unterhalb Vex *Wolf*. Tourtemagne 1877 *Favrat*. Ebenda 1200 m. *Wilczek*. Saasthal *Thomas, Reuter*.

3. Nördliche Seite der Alpen:

Supra Meyringen *Guthnick*. Mühlestalden unterhalb Gadmen *L.* und *E. Fischer*. Maderanerthal *Hegetschweiler* 1851 Herb. Coaz. Von Wartmann und Schlatter Krit. Übers. III 530 angegeben bei Flums am Schilzbach St. Gall. Rheinthal C. Brügger; von Killias Flor. Unt. Engad. bei Ardez inter parentes 1869.

In unserer Nachbarschaft ist die Pflanze in den Thälern des südlichen Schwarzwaldes (Schweighof Badenweiler *F. v. Tavel*. Strasse von Säckingen nach Egg *Dr. A. Binz* 1891) und den Vogesen nicht selten. Phonolith des Twiel nach O. Nägeli. Östliche Grenze: im Gargellen-Thal bei Schruns *Bornmüller* und nach Killias cit. bei Ischgl, l. *Sündermann*. Südliche Grenze: im Gebiet von Bormio an vier Standorten *Cornaz*. Val Vigezzo bei Villette *Rossi* nach Wolf. Val Anzasca Macugnaga *Reuter* 1853. Westgrenze: Savoyen Collonge *Puget*. Miage derrière le Mont Blanc *Fauconnet*. Conflans *Perrier*.

A. Germanicum tritt bei uns in zwei, freilich nur dimensional verschiedenen Formen auf:

1. Die eine ist die grössere, typische. Sie entspricht dem *A. Breynii* Retz. observ. bot. I 32: und der Forma montana Milde Sporenpfl. 33.

Lang gestreckt, 14 bis 18 cm. lang, Spreite bis 8 cm., mit 6 bis 8 Fiedern jederseits, Fiedern bis $2^1/_2$ cm. lang, lanzettlich- bis linealkeilig untere nach der Basis in einen Stiel verschmälert, unterste dreigeteilt, Teile lang gestielt, dadurch Basis der Spreite deltoid.

Das Maximum der Entwicklung dieser Form zeigen insubrische und südfranzösische Exemplare, so von Gondo *Wolf*. Melide-Carona *H. Lüscher*. Faido *Gysberger*. Villefranche, Aveyron *Dr. Bras*. Die Sori sind zuweilen sehr entwickelt, zusammenfliessend, über den Rand hinaus sich erstreckend.

2. Die kleine:

Var. **alternifolium** (Asplenium Wulfen in Jacq. Misc.) Forma alpestris Milde cit.

Blatt 6 bis 8 cm. lang, Fiedern 3 bis 5 jederseits, $1^1/_2$ cm. lang, breitovalkeilig, kurz gestielt bis sitzend, meist nur zweilappig oder unterste seicht dreilappig, letztere kaum vergrössert.

Bei uns sind die kleinen Formen vorherrschend, aber so, dass beide regellos gemengt sind, selbst in demselben Rasen. Z. B. Salvan *Wolf*, Gordola *Favrat*. Im Schwarzwald ist die grosse Form am meisten vertreten.

Eine zur kleinen Form gehörige Pflanze mit auffallend schmalen linealkeiligen Fiedern von Innichen Pusterthal 1200 m. *Naumann* habe ich aus der Schweiz noch nicht gesehen.

Anmerkung. Eine sehr bemerkenswerte Form, aber nicht aus der Schweiz liegt im Herb. Kneucker:

Var. Kneuckeri.

Von A. Germanicum Breynii unterscheidet sie sich durch stärkere Zerteilung, mehr abstehende Fiedern, deren unterste sehr verlängert sind, wodurch die Spreite noch mehr deltoid wird, kleinere zahlreichere, kürzere, mehr ovale Fiederchen mit zahlreichern und kürzern Zähnen. Grösse eines mittlern A. Breynii, Blattstiel bis in die Hälfte der Spreite hinauf rotbraun, 4 bis 5 getrennte Fiedern jederseits unter der tief gelappten Blattspitze, unterste 2 cm. lang, die 2 bis 3 untern dünn gestielt, mit drei Fiederchen unter der gelappten Spitze, von denen die zwei untersten gestielt sind. Fiederchen 4 mm. lang, keilig oval stumpf, mit 3 bis 6 kurzen dreieckigen Zähnchen, Endfiederchen der Fiedern und Blattspitze verlängert keilig, tiefer gelappt und gezähnt und dem A. Breynii ähnlich, während die untern Fiederchen fast an A. Ruta muraria mahnen. Sori 2 bis 3 jederseits, fast senkrecht, breit lineal, Indusium graubraun, ganzrandig.

Fig. 14. Asplenium Germanicum v. Kneuckeri.

Verdacht eines Bastards von A. Germanicum und A. Ruta muraria, aber bestimmte Anhaltspunkte fehlen.

Hab. Heidelberg im Herb. Kneucker, aus dem Herb. des verstorbenen *Dr. Serger*, eines Zeitgenossen von A. Braun.

Areal der Art.

1. In den Gebirgsthälern von Mitteldeutschland, nach Norden mit Beginn des Flachlandes aufhörend, aber wieder im südlichen Skandinavien und Finnland. Dem Alpenbogen von den Ostalpen bis zu den West- und Seealpen (Forno valle di Strono, Piemont *E. Levier*. Valdieri *Reuter*. Pesio *Bicknell*) namentlich in den Südthälern folgend, ins mittlere Frankreich zu den Pyrenäen bis Portugal (Luerss. 250) und nach Grossbritannien. Aus dem wenig bekannten französischen Areal gebe ich, vorzüglich nach Herb. *Gautier*, folgende Standorte: westliche Vogesen, Mont des Planches Haute-Saone 600 m. *Vendreley*. Bas sur le Rupt Vosges *Boulay*. Isère St-Martin: *Sauze*. Rhône Aveize *Faustinier*. Lamotte-Abbé, Aveyron, Villefranche *Dr. Bras*. Cantal Boisset *Héribaud*. Loire Soleymieu *A. Le Grand*. Puy de Dôme *Billet*. Prades Pyr. or. *Frère Senen*. Canigou Herb. *Gautier*.

2. Vereinzelt im westlichen Himalaya nach Beddome.

Fig. 15. Asplenium Trichomanes × Ruta Muraria von Lugano.

A. Trichomanes × Ruta muraria
Aschers. 79.

Stark rasig, Habitus von A. Trichomanes, aber Stiel im Verhältnis zur Spreite viel länger, Spindel dünner, im obersten Viertel grün, nicht geflügelt, Fiedern entfernter stehend, namentlich im untern Drittel des Blattes sehr entfernt, von der untern

Hälfte des Blattes abwärts seicht — die untersten aber tief dreilappig bis dreiteilig. Sori kurz, oval, Indusium unregelmässig gezähnelt.

Blatt 10 bis 15 cm. lang, Stiel nur $^1/_3$ kürzer als die Spreite, dünn, rotbraun, elastisch, mit einer Rinne auf der Bauchseite und zwei leichten Furchen auf der Rückseite, ohne Flügel; Spreite lineal-lanzettlich, einfach gefiedert, Fiedern nahezu paarig, 8 bis 11 jederseits, obere um ihren Durchmesser entfernt, untere 3 Paare sehr (bis zu 2 cm. und mehr) entfernt, Spindel im obern Drittel grün. Fiedern alle besonders am Vorderrand klein — oft doppelt gezähnelt, obere sehr kurz, untere kurz gestielt. Endfieder stumpf, dreilappig keilig herablaufend, obere Fiedern keilig verkehrt oval, rundlich stumpf, $^1/_3$ bis $^1/_2$ cm. lang, mittlere keilig oval, an der Basis seicht dreilappig, Lappen sehr stumpf, unterste 2 oder 3 Paare tief spiessförmig dreilappig bis fast zum Grund dreiteilig. Sori 2 bis 4 in den Lappen, klein, oval, tief braun, mit dünnem blassem ausgebissen gezähneltem Indusium. Textur krautig fast winterhart, wie A. Trichomanes, Farbe tiefgrün.

Von A. Trichomanes durch oben grüne nicht geflügelte Spindel, lang gestielte Spreite, dreilappige Fiedern, kurze Sori, gezähneltes Indusium verschieden.

Von A. Germanicum durch zahlreiche rundliche kurze bloss stumpf dreilappige Fiedern verschieden: dem A. Ruta muraria habituell sehr fern stehend, aber durch das Indusium und die Form der Fiedern daran erinnernd.

Hab. Lugano, Strassenmauer, 1 Exemplar *F. Wirtgen.*

Ich verdanke der Güte des Entdeckers F. Wirtgen folgende Zusammenstellung unserer Form mit den drei von Aschers. 80 beschriebenen Formen dieses Bastards aus Österreich, Tyrol und Steyermark:

A. Reicheliæ Dœrfl. und Aschers.	**A. Hauchecornei Aschers.**	**A. Preissmanni Aschers. u. Luerss.**	**Form von Lugano.**
Dœrfl. Herb. Norm. 3679 II.		Dœrfl. Herb. Norm. 3679 II.	
Der ganze Stiel und der Mittelstreif bis z. 2. oder 3. Fiederpaar (rückenseits höher hinauf) braun.	Der ganze Stiel und der untere Teil des Mittelstreifs, rückenseits öfters bis über die Mitte hinauf, braun.	Stiel bauchseits bis einige mm. unterhalb der Spreite, rückenseits öfter bis über das unterste Fiederpaar hinauf, braun.	Der ganze Stiel und der Mittelstreif bis weit hinauf, unterseits noch weiter, etwa $^3/_4$ des ganzen Blattes, braun.
Stiel $^1/_4$—$^1/_3$ so lang als die lanzettliche, am Grunde wegen Kleinheit der untersten nur dreiteiligen Fiedern deutlich verschmälerte Spreite.	Stiel etwa $^1/_3$ so lang als die länglich-lanzettliche, am Grunde nicht verschmälerte Spreite. Unterste Fiedern 3 bis (selten fast 5) zählig.	Stiel $^1/_2$ bis nahezu ebenso lang als die länglich-lanzettliche, am Grunde nicht verschmälerte Spreite. Unterste Fiedern 3 zählig.	$^1/_3$ bis $^2/_5$ so lang als die länglich-lanzettlich, am Rande kaum verschmälerte Spreite. Unterste Fiedern dreizählig bis dreiteilig.
Fiedern jeders. 9—12	bis 9	6 bis 8	8 bis 11.

sehr kurz gestielt, oberste sitzend in der Mehrzahl ungeteilt alle kerbig gezähnt. Freudig grün.	kurz, die obersten sehr kurz gestielt in der Mehrzahl ungeteilt alle seicht gekerbt graugrün	sämtlich kurz gestielt in der Mehrzahl geteilt alle seicht gekerbt graugrün	untere kurz, obere sehr kurz gestielt. in der Mehrzahl ungeteilt. alle seicht gekerbt, die untern tiefer. dunkelgrün.

A. Germanicum × Trichomanes.

Liegt aus unserm insubrischen Gebiet in drei Stufen vor:

a. A. Germanicum × pertrichomanes.

A. Heufleri Reichardt Zool. bot. Ges. Wien 1859, Tab. 4. Luerss. 250. Aschers. 77. Dœrfler Herb. Norm. 3681. I.

Steht einem kleinen wenig geteilten A. Germanicum sehr nahe, so nahe, dass ich längere Zeit schwankte, ob ich diese Form nicht als v. obtusum zu A. Germanicum stellen solle. Allein ich halte sie nun doch mit genügender Wahrscheinlichkeit für eine Hybride von diesem und A. Trichomanes.

Sie unterscheidet sich von A. Germanicum durch kürzere Stiele, die nicht nur bis zur Spreite, sondern bis zum dritten Fiederpaar und höher

Fig. 16. Asplenium Germanicum × Trichomanes. Puschlav.

Fig. 17. Asplenium Germanicum × Trichomanes. Barbengo.

schwarzbraun sind, oft nur auf der Rückseite; durch länglich ovalstumpfe bis etwas rhombische schwach gekerbte, nicht in das Stielchen herab-

laufende mittlere Fiedern, und länger gestielte, ebenfalls ovale, aber etwas keilig herablaufende und tief zweilappige unterste Fiedern. Lappen in offenem Winkel abstehend. Blattspitze grob gelappt, Lappen stumpf, wie überhaupt die ganze Zahnung der Pflanze. Sori zusammenfliessend. Von A. Germanicum durch die ovalen nicht keiligen fast ungeteilten Fiedern sofort verschieden.

Stimmt mit der citierten Abbildung Reichardts genau überein, ausser dass bei dieser die untern Fiedern etwas breiter und mehr rautenförmig eckig sind.

Reichardt sowohl als der Entdecker der Pflanze v. Heufler halten die Hybridität zwischen A. Germanicum und Trichomanes (S. 93 und 95 cit.) für sicher.

Hab. Puschlav *Schrœter* August 1888. Herb. Helv. Calanca Piezzo 4000—5000′ *Brügger* Herb. Helv., Fiedern etwas weniger stumpf, also dem A. Germanicum sich noch mehr nähernd. So auch zwischen Plurs und Chiavenna *Reuter*. Fast gleich Barbengo bei Lugano, Februar 1900 *Wirtgen,* aber die sterilen Blätter haben breitere etwas keilige Fiedern. Ganz ähnlich auch im Lahnthal Gräveneck bei Weilburg *M. Dürer* Herb. Kneucker 1898. Bisher aus Tyrol *Sündermann* und Rheinpreussen *F. Wirtgen* bekannt.

Fig. 18. Asplenium pergermanicum × Trichomanes. Tesserete.

b. A. pergermanicum × Trichomanes.

A. Baumgartneri Dœrfler östr. Bot. Zeit. 45. 169 mit Abbildung Taf. 9. Aschers. 77.

Eine Stufe näher dem A. Germanicum als vorige Form, indem die untern Fiedern wiederum tief dreiteilig sind. Habitus von A. Germanicum, aber etwas kleiner, und Fiedern resp. Fiederchen kürzer, breiter, mehr rundlich, ohne die langen, schmalen Lappen und tiefen Zahneinschnitte.

Blatt 12 cm. lang, Stiel und Spindel bis über deren Mitte hinauf braun, dünn, Spreite 4 bis 6 cm lang, mit mehrfach tief gelappter oval stumpfer keilig herablaufender kleiner Endfieder und vier alternierenden Seitenfiedern jederseits, von denen die obern und mittlern kurz gestielt, ziemlich entfernt stehend, breit keilig rautenförmig, vorn seicht zweilappig sind, mit abgerundeten stumpf gekerbten Lappen; die untersten Fiedern sind bis $1\,^1/_2$ cm. lang, länger gestielt, breitkeilig fächerig, fast zur Basis in drei Lappen geteilt, von

denen der terminale wieder in zwei rundlich stumpfe seichte Lappen eingeschnitten ist: alle Abschnitte stumpf, etwas gekerbt.

Hab. Lugano: Mauer zu Tesserete *F. Wirtgen.*

Die von Dœrfler cit. abgebildete und in seinem Herb. Normale 3681 II photographierte Pflanze aus Österreich ist grösser und hat zahlreichere noch etwas mehr geteilte Fiedern, kommt sonst mit der unserigen ziemlich überein.

c. A. Germanicum × perseptentrionale.

A. Hansii Aschers. 78.

Sehr nahe dem A. Germanicum und von dessen Habitus, aber verschieden durch ledrige, fleischigere Textur, grünen Blattstiel, dickere Stiele und Spindeln und schmalere Fiedern. Blattstiel nur am Grunde etwa 2 cm. hinauf, also nicht einmal zu $^1/_3$ braun, sonst grün, stielrund. Fiedern drei, seltener vier Paare, etwas alternierend, an der Basis linealkeilig, nach oben verbreitert und in 4 bis 5 längliche, stumpfliche Zähne gespalten, unterstes Paar zuweilen länger gestielt und tief 2 bis 3 teilig, bis 2 cm. lang; gezähnte oder gelappte Blattspitze fast bis zum obersten Fiederpaar keilig herablaufend. Sori zu drei in der Fieder, lineal, Indusium ganzrandig. Die Originalpflanze Ascherson's, deren Ansicht ich dem Autor verdanke: vom Schülerberg bei Zittau *W. Hans* 1870, ist von unserer Lugano-Form nicht wesentlich verschieden, wie die Abbildung Nr. 20 zeigt. Eine zweite, mir ebenfalls durch Güte Ascherson's vorgelegene Form von den südlichen Vogesen: Rochesson 500 m. alt. zwischen Gerardmer und Remiremont Août 1870 *Martin,* neigt etwas mehr zu A. Germanicum, namentlich auch durch höher hinauf dunkelrot gefärbte dünnere Stiele. Ich verdanke dem Entdecker F. Wirtgen folgende Zusammenstellung der Merkmale:

A. Germanicum × perseptentrionale.	**A. Hansii Aschers.**
Blatt meist kürzer als 14 cm.	Blatt bis 15 cm. lang.
Blattstiel bis 8,5 cm. bis 2 cm., braun.	Blattstiel 9 cm., im untern $^1/_3$ seiner Länge braun.
Fiedern meist vier jederseits, mit 4 bis 5 länglichen stumpflichen Zähnen versehen.	Fiedern 2 bis 3 jederseits, mit 2 bis 6 länglichen spitzlichen Zähnen versehen.

Das mehr oder mindere Herablaufen der Blattspitze, auf das Wirtgen Gewicht legt, finde ich an seinem Exemplar von Ascherson's Beschreibung nicht abweichend.

Hab. Lugano: Mauer zu Massagno, Strasse nach Bioggia 360 m., 28. März 1900. *F. Wirtgen.*

Anmerkung. In den östlichen Alpen ist noch folgender Trichomanes-Bastard beobachtet worden, der wohl noch in unserm insubrischen Gebiet sich finden könnte:

A. Trichomanes × Adiantum nigrum Aschers. 80.
A. dolosum Milde Zool. Bot. G. Wien XIV 1864. 165.

Kümmer-Bastard, sehr klein 8 bis 10 cm. lang. Von kleinen Jugend-Formen des A. Adiantum nigrum verschieden durch verlängert lanzettliche fast einfach gefiederte, an der Basis nicht wesentlich verbreiterte Spreite. Fiedern etwa 10 jederseits, unterste etwas entfernt, alle fast sitzend, unterste dreieckig breit oval, an der Basis 1 bis 2 mal tief, selbst bis zur Rippe eingeschnitten, Lappen spitz oval; obere länglich, alle kurz zugespitzt und kurz fast rechtwinklig spitz gezahnt. Spindel etwas geschlängelt, grün. Blattstiel viel kürzer als die Spreite, schwärzlich, ungeflügelt Textur ledrig. Sori etwas fächerig gestellt.

Hab. S. Tyrol *Sündermann* c. Thiry. Ähnliche Pflanze, aber vielleicht doch bloss Kümmerform von Adiantum nigrum Aarthal *F. Wirtgen.*

Fig. 19. Asplenium Germanicum×persepten-trionale. Massagno.

Fig. 20. Asplenium Hansii. Orig Ex. von Zittau l. Hans.

§ Acropteris.

Link hort. Berol. II 56.

---

20. A. septentrionale.

(Acrostichum L. Spec. Plant. Ed. I 1068). Hoffm. Deutsch, fl. II 12. Luerss. 209. Aschers. 63.

Sehr constante Art, die nur — und zwar sehr oft in demselben Rasen — mit sehr verkürzter und relativ breiter fast rechteckiger zu sehr verlängerter schmal linealer Spreite wechselt. Erstere Form ist zugleich die sehr stark fructificierende mit über den Rand heraus tretenden Sori, letztere mit spärlichen sehr schmalen Sori.

Hab. Eine Felsen- und Mauerpflanze des quarzhaltenden und kalkfreien Urgebirgs durch alle Regionen bis in die alpine. Flieht den Kalk und ist eine Leitpflanze erratischer Granitblöcke im Molasse- und Juragebiet, sowie des Urgebirgs auf Granit, Gneis und Glimmer-Schiefer durch unsere ganze Kette vom Montblanc durch die Berner-, Walliser- über die Tessineralpen durch Graubünden, namentlich in der feuchten Bergregion, aber auch in der Tiefe: Follaterres auf Montblanc-Porphyr *E. Burnat.* Charrat *Lerch.* Locarno! Tirano *Coaz.* Auch auf dem Porphyrit und Quarzporphyr der Gegend von Lugano: Sorengo-Cortivallo, Melano-Rovio, Morcote *F. Wirtgen.* Noch im Ober-Engadin bei 1800 m. Selvas Plaunas *Candrian.* Riffel Zermatt *Fauconnet.*

Niedrige Standorte: Aostathal am Mont Jovet 650 m. mit Notholæna *Lino Vaccari.* So auch in den Weinbergen von Ettlingen Gr. Baden mit A. Adiantum nigrum und Ceterach *Maus* Herb. Kneucker.

Gemein auf dem Gneis und Granit des benachbarten Schwarzwaldes und der Vogesen bis in die südlichsten Ausläufer: Säckingen! *Dr. Binz.* Gneisfelsen des Wasserfalls von Laufenburg, Twiel und Mägdeberg *O. Nägeli.*

Seltener auf Verrucano und alten Sandsteinen:

Flims auf Flysch und Bündnerschiefer spärlich. *W. Bernoulli.* Auf anstehendem weissen und roten Verrucano der Alpen des St. Galler Oberlandes mehrfach nach Wartmann und Schlatter Krit. Übersicht III 536. Verrucano von Valère bei Sion *Wolf, Vetter,* aber nicht auf dem anstossenden Kalk von Tourbillon *(Wolf.)*

Ausserhalb dieses Gebietes nur vereinzelt aber an zahlreichen Punkten auf den erratischen Blöcken. Ich gebe hier diese geologisch interessanten Standorte vollständig, soweit sie mir aus den Herb. bekannt sind:

1. Rhone- und Lemanbecken:

Bloc erratique près Bex *Thomas.* L'Abergement C. de Vaud *J. Jacob* Herb. Tripet. Vevey Campagne Walther *Buttier.* Mont de Chardonne *Blanchet* 1828. Weitere Angaben für Waadt siehe Durand und Pittier Catal. fl. Vaud II 389.

2. Südlicher und mittlerer Jurarand: Gré au dessus de Vernant Savoye *Guinet.* Petit Salève bloc de granit *Rapin.* Granit aux Rocailles *E. Ayasse.* Bloc erratiques au pied oriental du Salève *Ph. Paiche,* 1838 *Vetter.* La Croisette grand Bloc *Müller Arg.* Ezery bloc de granit près Mornex *Reuter, Fauconnet.* Pierre du Bon Château au pied du Suchet *Reuter.*

Bloc de granit entre Montautier et Provence 1801 *Dr. Petitpierre* Herb. Godet. Bloc au dessus des Trois rods d'*Ivernois* 1837 Herb. Godet. Bloc de granit au Bois de l'hôpital Neuchâtel *Godet* 1852 *Sire* Bloc de granit au dessus de Corcelles *Jules Pury.* Murs au dessus de Corcelles 1837 *Chapuis* Herb. Godet.

3. Nordöstlicher Jurarand; Nach freundlichen Angaben und Mitteilung von Exemplaren aus dem Herbar. des Museums Aarau durch Prof. Mühlberg: auf einem nun zerstörten Granitblock bei Künten Bez. Baden *Boll*, nach Mühlbergs Verzeichnis der Standorte d. Gef. Pfl. d. Aargau 1880. Auf dem Larenstein, einem grossen Granitblock bei Häggligen Bez. Bremgarten *Mühlberg.* Mauern von Aarburg *Dr. Wieland,* bestätigt durch ein Exemplar im Herb. Aarau, kommt aber nach Dr. H. Fischer-Siegwart daselbst nicht mehr vor, so wenig als am Sälischloss, wo es Rhiner nach Wieland angiebt.

Die Herkunft der Pflanze in letzterm Gebiet ist wahrscheinlicher aus dem sehr nahen Schwarzwaldgebiet, das mit seinem Gneis bei Laufenburg den C. Aargau erreicht, wo die Art noch vorkommt. Freilich sprechen andere Vorkommnisse (Flechten, Moose und das Rhododendron bei Schneisingen) wiederum für die alpine Provenienz.

4. Nördlicher Alpenrand: Grauwackenblock in der Eu unten am Hacken, Schwyz, ein Rasen *Rhiner.* Findlinge bei Morschach, am Axen, Immensee, Seelisberg an einer Granitmauer *Rhiner.* Küssnachter Tobel, Sernifitblock *P. Calmann.* Alexanderstein ebenda *E. Baumann.* Granitmauer bei Äschi *L. Fischer.* Granitmauer bei Seftigen *L. Fischer.* Gneisblock bei Spiez *id.* Pflugstein, erratischer Sernifitblock bei Erlenbach, Bez. Meilen *E. Baumann, Lüscher.* «Eisenstein», quarzhaltiger, brauner Jura bei Resti, Meyringen *L. Fischer.* Im C. Freiburg nach Cottet und Castella Guide 358 an erratischen Graniten bei Gueyres, Charmey.

Anmerkung. Von *E. Levier* habe ich aus dem Appennin von Pistoja Fortezza 1700 bis 1800 m. eine einfache Form mit ungeteilter lineallanzettlicher scharf gezahnter Spreite, die bei uns sich wohl auch finden wird. Annähernde Exemplare von S. Gottardo zur Alpe Confinale bei Bormio *Cornaz.*

Var. depauperatum.

Besonderer Erwähnung verdient eine Form des A. septentrionale, die sich einzeln unter der Normalform findet, und die wohl nicht anders als eine stabile Jugendform anzusehen ist. Sie zeichnet sich durch Kleinheit, durch unregelmässig dichotom gegabelte Spreite ohne Endfieder, durch gekerbte bis ganz kurz gezahnte schmalkeilige Abschnitte, und durch sterile Niederblätter aus, welche auf kurzen Stielen eine fächerförmig dreieckige, vorn gestutzte und mehrfach eingeschnittene Spreite zeigen, die fächerig von 3 bis 6 Nerven durchzogen ist, deren jeder in einen Zahn endigt. Die Pflanze ist 4 bis 5 cm. lang, die sterilen Blätter bloss 3 bis 4 cm., ihre Spreite 1 cm. lang und beinahe so breit, dreieckig, keilig, meist fast zum Grunde in zwei Lappen geteilt, deren Aussen-

rand stumpf gezähnelt ist. Die fertile Spreite ist meist zweifach gegabelt, und die Endlappen, etwa 2 mm. breit, zeigen 2 bis 4 spitze, kurze, zusammenneigende Zähne. Der Sorus ist sehr schmal, fadenförmig, meist unterbrochen, die Sporen sind ziemlich gleichmässig ausgebildet, länglich oval, durch gegenseitigen Druck etwas polyedrisch, Exine flockig, ganz entschieden an die der ausgebildeten Form des A. septentrionale erinnernd, nur die Verdickungslinien nicht so scharf: Längsdurchmesser 43 bis 46 μ, Breitendurchmesser 28 bis 34 μ. Ich war Anfangs geneigt, diese, mir von mehreren Standorten vorliegende Kümmerform als eine besondere Modification von A. perseptentrionale × Germanicum aufzufassen, allein dieser Schluss scheint doch weniger berechtigt als der auf eine, vereinzelt auftretende, fertil gewordene Jugendform.

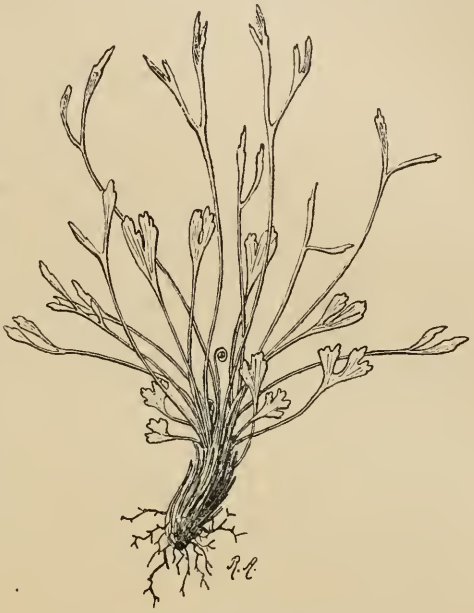


Fig. 21. Asplenium septentrionale v. depauperatum. Salvan.

Hab. Ich sah diese Modification von Salvan Spt. 1869 *Favrat* Herb. Helv. Salvan Marecottes Spt. 1899 *O. Wolf.* Lugano Barbengo Feb. 1900 *Wirtgen.* Tesserete Massagno, Rovio *id.* mit grossem A. septentrionale, dessen stumpfe Abschnitte sich nach der Spitze auffallend verbreitern. Ferner Bormio Casa Morignone *Cornaz* 1888. Forno Val Strona Piemont 1000 m. *Levier* 1888 in einem Rasen von A. Germanicum. Volkenroter Steig bei Wertheim 1896 *Kneucker.* Kleine Kyll bei Manderscheid *Westram* 1898 Herb. Wirtgen. Endertbach bei Kochem *Wirtgen* 1896.

Areal der Art.

1. Urgebirge Europas von Norden nach Süden, auch in den deutschen Mittelgebirgen, und in die Thäler, aber nicht in die Alluvialebenen herabsteigend, es sei denn auf erratischen Blöcken. Durch Vorderasien über den Kaukasus zum Himalaya *Duthie* und bis Centralasien und zum Altai. China Nord-Shen-Si *Giraldi,* aus Japan von mir nicht gesehen.

2. Rocky Mountains in den südlichen Vereinigten Staaten.

Athyrium.

Roth Tent. flor. Germ. III 58. Luerss. 129. Aschers. 10.

Ob die Gattung Athyrium den Asplenieæ oder den Aspidieæ am natürlichsten anzureihen sei, wird wohl am besten dahin beantwortet, dass sie eine Mittelstellung zwischen beiden Gruppen einnimmt, dass aber doch ihr Anschluss an Asplenium deutlicher ist als an Aspidium, obschon zugegeben werden muss, dass Athyrium in den nach oben in einen halbcylindrischen Strang sich vereinigenden zwei Gefässbündeln des Blattstiels und in der Natur der zarten Spreuschuppen, auch in der kurzen und oft gekrümmten Gestalt des Sorus den Merkmalen von Aspidium sich nähert.

Jener Anschluss an Asplenium liegt vor in dem vorwiegend tropischen Genus Diplazium Sw. Athyrium legt sich durch die grossen Formen des A. umbrosum (R. Br.) J. Sm. (A. australe Brackenr. und A. bellum Clarke) direkt an Diplazium an. Dieses Genus kann von Athyrium überhaupt nur durch quantitative Merkmale, wenn überhaupt, getrennt werden. Diplazium seinerseits legt sich ungemein nahe an Asplenium an. Nicht nur ist das besondere Merkmal der Diplazien: die Verdoppelung des Sorus mit Öffnung der benachbarten Indusia nach aussen, mehrern echten Asplenien gemeinsam und hängt überhaupt nur von der Annäherung der fertilen Nerven ab, sondern der Sorus verlängert sich bei vielen Diplazien eben so stark, als bei irgend einem Asplenium und die einfachern Diplazien: D. lanceum (Thunbg.) und D. Ceylanicum (Hook.) können im Gesamtaufbau nur mit Mühe von echten Asplenien unterschieden werden. Asplenium porphyrorachis Baker und A. Wardii Hook. sind genaue Zwischenformen zwischen beiden Genera.

Merkwürdig ist auch die Annäherung der echten Asplenien fontanum und A. Bourgaei Boiss. an Athyrium durch ihre oft athyrioiden (übergebogenen) Sori. Endlich ist doch durch die seitliche Anheftung des Sorus längs des fertilen Nervs und das ebenso seitlich angewachsene Indusium bei Athyrium und Diplazium eine starke Zugehörigkeit zu den Asplenieen gegeben, im Gegensatz zu den Aspidien, bei denen der Sorus einem in der Regel punktförmigen Receptakel aufgesetzt ist, das sich auf dem Rücken des Nerves erhebt.

21. A. Filix femina.

(Polypodium L. Sp. pl. Ed. I 1090.) Roth cit. 65. Luerss. 133. Aschers. 11.

Hab. Im ganzen Gebiet auf Waldhumus aller Bodenarten, aber doch so, dass in der untern Region der wärmern Landesteile die Pflanze nur im localen feuchten Klima, also besonders in Waldschluchten vorkommt, und erst in der mittlern Waldregion sich häufiger und zum

Teil gesellig einstellt. Sie pflegt also zu fehlen im Gebiet des Weinbaus. In Wallis beginnt sie erst mit der Bergregion bei 800 und 1000 m. Im Buchen- und untern Tannengürtel ist sie herrschend und oft viel zahlreicher als Aspidium Filix-mas, erst in der obern Hälfte des Tannengürtels in den höhern Alpen macht sie dem A. alpestre allmälig Platz. In der Regel im tiefen Schatten, seltener in freiem Stande und auf Waldblössen und auf der freien Alpenweide oft rasch sich in die Var. dentatum verkleinernd und dann verschwindend.

Variiert bei uns wie überall nach dem Entwicklungsgrade von kleinen weniger zerteilten zu sehr grossen stark zerteilten Formen, wobei der mehr oder weniger feuchte oder besonnte Standort sehr massgebend ist. Diese Entwicklungsstadien nehmen aber auch das Wesen von ausgeprägten Varietäten an, freilich ohne wesentliche räumliche Sonderung.

Var. fissidens. (Dœll Flor. Bad. 24 sub Aspidio.)

Dies die häufigste Form mittlerer Grösse: 6 bis 8 dcm. auf 2 dcm. Fiedern fast bis oder bis zur Rippe geteilt, Abschnitte 3 bis 4 mm. lang, lineallanzettlich, seitlich kaum gezahnt, an der Spitze meist scharf zweizähnig.

Hab. Überall gemein. Auch im Tessin: Valletta di Tazzino Locarno *Franzoni.* Fusio *Chenevard.* Höhere Standorte: Andermatt *Russell.* Binn 1800 m. *E. Fischer.* Village du Simplon *Wilczek.* Mayens de Sion 1600 m.! Bovonnaz Bex sehr klein, aber Abschnitte tief gespalten *Jaccard.* O. Engadin Muntarütsch und Muottas Samaden 1800 m. *Candrian.*

Subvar. pseudo-nigripes.

Kleine Form. Spreite 4 dcm. auf 14 cm. länglich oval, Fiedern genähert, zugespitzt, obere durch breiten Flügel verbunden, Fiederchen oval, 12 bis 15 jederseits, stumpf, 7 bis 8 mm. auf 4 bis 5 mm., mit jederseits vier zum Teil gespaltenen kurzen Zähnen, welche ein beträchtliches Centrum ungeteilt lassen. Sori asplenioid, gerade, sehr kurz, oval.

Habitus eines kleinen indischen A. nigripes Mett., auch an Aspidium spinulosum Sw. erinnernd, aber kleiner.

Hab. Murgthal in der Kastanienregion! Tourbière de Jougny Vevey *Favrat.*

Vielleicht Frostform? Einige leichte Deformationen sind an obern Fiedern zu sehen.

Subvar. pseudo-Nipponicum.

Die Fissidens-Form, jedoch mit sehr kurzen Fiedern, also verlängert-lanzettlichem Blatt, und mit geschwänztzugespitzten Fiedern und Abschnitten, letztere scharf aber wenig tief gesägt: genau wie die japanische Form Nipponicum (Mett.)

Hab. Diese sehr zierliche Form fand ich 1899 bei Liestal!

Subvar. confluens. Moore ferns Gr. Brit. nature printed Ed. octav 53.

Kleine Pflanze mit unregelmässig gezahnten lang und geschweift herablaufenden Fiederchen, die einen breiten Flügel der Fiederrippe bilden. Steril.

Hab. Etwas monströs beeinflusste Jugendform des tiefen Schattens: Liestal! Feldberg Schwarzwald 1500 m.! Ähnlich aber gedrungener Pont de Nant *Wilczek.*

Var. dentatum. (Dœll. Rhin. Flora 12 sub Asplenio.)

Kleine Form insolierter Standorte. 2 bis 3 dcm. auf $^1/_2$ bis 1 dcm. Fiedern mit ziemlich entfernt stehenden einfach gezahnten Fiederchen. Meist steril als junge oder schlecht ernährte Pflanze, doch auch reichlich fruchtend.

Hab. Einzeln oder in kleinen Gruppen am Waldrande oder sehr steinigen Standorten: fertil z. B. Bern *L. Fischer.* Schwyz Rothenfluh und Mythen *Rhiner.* Iseltwald! Les Plans und Morcle *Favrat.* Bovonaz *Thomas.* Lac Tanay! Pont de Nant *Wilczek.* Pantenbrücke *Schrœter.* Gütschenthal Uri 1600 m. *Coaz.* Lötschen Gampel *Berclaz.* Flims 1000 m. *W. Bernoulli.* Vogorno Verzasca *Franzoni.* Biasca *Jaccard.* Tenero *Franzoni.* S. Bernardino *U. A. v. Salis.*

In geschlagenem Wald bei Liestal! massenhaft an Stellen, wo früher nur die grössern Var. fissidens und multidentatum zu finden waren.

Eine Frostform hat sehr entfernte Fiederchen, die meist auf kurze Rudimente reduziert sind, zwischen denen einzelne von normaler Länge stehen: Dôle *Wilczek.*

Subvar. angustissimum.

Dentatumform mit ganz schmalen und weit von einander abstehenden Fiederchen: sterile 2 mm., fertile $1^1/_3$ mm. breit, seicht gekerbt.

Hab. Liestal! Mooswald bei Freiburg i./B. *Thiry.*

Var. multidentatum. (Dœll. Rhein. Flor. 12 sub Asplenio.)

Grosse Form des tiefen Humus und sehr schattiger Standorte meist höherer Lagen. Spindel des Blattes stark, oft weisslich oder rötlich, Blatt über 1 m. lang, 3 dcm. breit, Fiederchen wiederum gefiedert, Abschnitte tief und oft doppelt gezähnt, auch an den Seiten.

Hab. Im Gebirg überall einzeln oder in Gruppen verbreitet, nicht so häufig als fissidens, an Grösse, Zartheit, tausendfacher Zerteilung der Spreite und reicher Blätterkrone weitaus die schönste der europäischen

Farnformen. Besonders mächtig z. B. Einsiedeln *F. v. Tavel,* Zug *Bamberger,* Seewen *Rhiner,* Liestal!

Subvar. pseudo-umbrosum.

Sehr gross, kurz gestielt, Spreite breit oval länglich, Fiederchen dicht stehend, 2 cm. lang, ovallanzettlich mit lang geschweifter Spitze, mit breiter ungeteilter Lamina, nur am Grunde bis zur Rippe eingeschnitten, und hier an den Abschnitten etwas gezahnt, sonst bloss kurz anliegend gesägt.

Habitus des grossen A. umbrosum (Ait.) Prsl. Madeira's und Tenerife's. Durch Grösse und dabei wenige Zerteilung ausgezeichnet.

Hab. Kehrsiten in dichtem Tannenwald! Lauch Basler-Jura!

Subvar. pseudo-dilatatum.

Grösste und entwickeltste Form. Dreifach gefiedert, Stiel sehr stark, kurz, Blatt oval deltoid, nur die zwei untersten Fiederpaare verkürzt, Fiedern und Fiederchen sehr entfernt, letztere mit Distanzen von 4 mm., aus angewachsener Basis ovallänglich, bis zur Rippe gefiedert, bis 3 cm. lang und 1 cm. breit, Abschnitte um ihre Breite von einander getrennt, lanzettlich, jederseits 3 bis 5 zähnig. Sori klein, asplenioid, fast rund. Habitus täuschend von Aspidium dilatatum v. oblongum.

Hab. Einsiedeln 930 m. *F. v. Tavel.* Pont de Nant *Wilczek.* Schlucht am Egelsee bei Maschwanden: Fiedern mit breit geflügelten Spindeln *Wilczek.* Lac Tanay 1400 m.! Fusio *Chenevard.* Auch Feldberg Schwarzwald! Boscolungo und Vallombrosa Appennin von Toscana *E. Levier.*

Subvar. auriculatum.

Eine dem pseudo-dilatatum ähnliche Form, aber mit kleinern dichter gestellten Fiederchen, und fast kammförmig dichten lineallanzettlichen vorn abgestutzten Abschnitten, deren unterster und vorderster parallel der Fiederspindel sehr stark verlängert hervorgezogen ist, was eine sehr auffallende scheinbare Flügelung dieser Spindel bildet.

Hab. Liestal!

Lusus latipes. Moore Natur. print. Brit. ferns Ed. octav. II 30.

Genau die von Luerssen in Beitr. z. Kenntnis der Flora West- und Ost-Preussens 28. 1893 S. 17 beschriebene und Tab. 6 bis 9 abgebildete prächtige Form.

Pflanze gedrungen, eher klein. Blattstiel fast so lang als die Spreite 25 cm. Spreite deltoid breit oval, 25 bis 30 cm. auf 13 bis 16 cm. unterste Fiederpaare nicht oder kaum verkürzt. Fiedern und Fiederchen sehr genähert, sich berührend bis deckend, Fiedern aus 3 cm. breiter

Basis spitz oval, kurz, Fiederchen gross 2 cm. auf 1 cm. wenig zahlreich (12 bis 14 jederseits) breit herablaufend angewachsen. Abschnitte sehr gedrungen, unregelmässig und mehrfach geschweift und geschlängeltgezähnt, Zähne fast grannig spitz. Spitze der Spreite meist monströs vielgeteilt, Nerven tief eingesenkt, Textur straff, Farbe tief dunkelgrün, Blätter reichlich fructificierend, Sori sehr gross, stark übergebogen (athyrioid) oval, sehr connex.

Hab. Nebst Übergängen zu kleinern multidentatum bei Liestal 1899 in geschlagenem Wald zwischen Brombeergestrüpp, an gleichen Stellen mit kleinem Aspid. Filix mas v. heleopteris lusus latipes! Offenbar spezielle Standortform. 1900 nicht mehr.

Ganz ähnlich, aber mit verkürzten untersten Fiederpaaren und schmalen lineal-geschlängelten Abschnitten steril ebenda! Dies Var. sublatipes Luerss cit. 21.

Lusus laciniatum. Moore nat. print. Brit. ferns Ed. octav. II 59. A.

Frostform analog dem Aspidium Filix mas l. erosum, nämlich mit unregelmässig verschmälerten, selbst bis auf die Rippe reducierten und dadurch sehr entfernt stehenden Fiederchen von ganz ungleicher Länge.

Hab. Pont de Nant *Wilczek*. Feldsee des Schwarzwaldes!

Hieran schliessen sich die mannigfachen, durch partiell reducierte Wedelteile gebildeten cultivierten Zierformen an. Die reducierteste ist l. Fritzelliæ Bain. bei Lowe our native ferns II 53. 346, wo sich die Reduction auf die Fiedern erstreckt. Das Interesse, das diese Formen bieten, liegt darin, dass die accidentelle Verkümmerung in der Cultur constant bleibt. Diese Formen geben einen Fingerzeig für die Entstehungsgeschichte mehrerer singulärer Arten, z. B. von Cheilanthes micropteris Sw. der hohen Anden, die sich durch ganz ähnliche Reduction der Fiedern auszeichnet.

Lusus Rhaeticum Moore ferns Brit. Nat. print. 30.

Fiederchen längsgefaltet, also mit der Sorus-tragenden Unterseite zusammengeklappt und zugleich abwärts gebogen, dabei meist gebräunt. Eine bei den kleinern Varr. dentatum und fissidens nicht seltene Erscheinung, die meist auf den Einfluss starker Insolution zurückweist.

Hab. Stellenweise unter den genannten Formen auch höherer Lagen: z. B. Bernardino *U. A. v. Salis.*

Bei Liestal! fand sich 1899 in dem sehr warmen Sommer im geschlagenen Wald diese Var. häufig, und zwar so, dass auf demselben Stock die im Frühling erschienenen Blätter die flache Normalform, die erst im spätern Sommer entwickelten aber die Form Rhæticum zeigten und einen Dimorphismus darstellten.

Areal der Art.

1. Gemein im Waldgebiet Nordasiens von Japan und China durch den Himalaya und Vorderasien nach ganz Europa (Portugal Serra de Cintra *Levier)* bis N. Afrika (Blidah *Gay)* und zu den atlantischen Inseln, hier aber zum Teil schon in vollern Formen A. axillare (Wlld.) A. umbrosum (Ait.) Prsl. die gegen das tropisch asiatische A. australe (Brack.) hinneigen.

2. Dann in N. Amerika und hinab in die Anden C. Amerika's und bis Peru, wo ebenfalls grössere Formen auftreten.

Die Formenreihen, zumal im ostindischen Gebiet, sind überaus zahlreich und ihre Affinitäten noch nicht genau festgestellt. Fehlt der tiefern südlichen Halbkugel.

In Abessinien, S.-O. Afrika und dem Kamerunberg, also in der echt afrikanischen Gebirgsflora ist A. Schimperi (A. Br.) Moug. Fée vorhanden, das sich von der europäischen Pflanze nur durch kriechendes Rhizom unterscheidet.

22. A. alpestre.

(Aspidium Hoppe Bot. Taschenb. 1805. 216) Rylands bei Moore ferns Brit. natur. Print. 7. Luerss. 143. (der Autor unrichtig Nylander) Aschers. 14.

Der am meisten misskannte unserer Farne, in den Herbarien sehr oft unter A. Filix femina und Aspid. dilatatum aufgelegt und öfters auch mit dem, richtiger einer Var. des A. Filix femina zukommenden Namen A. Rhæticum (Polypodium L.) belegt. Von A. Filix femina leicht durch die im entwickelten Zustand runden kleinen schleierlosen Sori, durch die bräunliche Spindel, die stärkere Zerteilung der Spreite, grössere Breite der Fiederchen, die mehr bogigen Buchten der Abschnitte und Zähne und die rundlich stumpfen Zähne zu unterscheiden. Bei A. Filix femina sind Buchten und Zähne spitzwinklig. Nach Milde fil. Eur. 53 ist auch meistens das unterste Fiederchen der Oberseite der Fieder nicht grösser als das folgende, während es bei A. Filix femina grösser ist. Im Jugendzustand ist ein kleines wenige Wimperhaare tragendes Indusium vorhanden (siehe Luerss. 145 Fig. 102. c bis g). Die Sporen sind dunkler und mit starken Leisten versehen, während die von A. Filix femina glatt oder feinkörnig sind. Die Farbe des A. alpestre ist ein bräunlicheres Grün. Die schwarze kantige Anschwellung der Blattstielbasis ist bei ihm entschiedener als bei der Parallelart.

Hab. Durch die subalpine und untere Stufe der alpinen Region unserer innern Alpen verbreitet, selten tiefer herabsteigend, rauhe Weiden und buschige Abhänge oft gesellig bekleidend. Liebt kältere Expositionen und Nordlagen, wo der Schnee lange lagert. Keine Schattenpflanze, selten im eigentlichen Walde, scheut exponierte Stellen nicht

findet sich aber in der höhern Lage von 2000 m. aufwärts meist in Kesseln und Terrainsenkungen, die es oft gänzlich einnimmt. Trifft in den untern Lagen mit A. Filix femina zusammen. Scheint die äussern Kalkalpen zu meiden, findet sich meist in Begleitung von Alnus viridis und nur sparsam und fast erratisch in den Voralpen und höchsten Teilen des Jura. In der Schweiz vorwiegend auf Ur- und Schiefergebirg.

Um ein Bild der Verbreitung der vielfach unrichtig bestimmten Art zu geben, gruppiere ich folgende Standorte:

Gotthard: Herb. Luzern. Zwischen Boneren und Tauelenalp Uri mit Pinus uliginosa Herb. Luzern. Bristen, Golzeren, Gorneren, Realp, Griesthal, Unterschächen, Furka Herb. *Rhiner.*

Berner Alpen: Rosenlaui *Fischer-Ooster.* Hasli von Gutannen bis Hauseck Grimsel!

Wallis: Maienwand *Coaz.* Rhonegletscher *F. Schneider.* Ulrichen *Jaccard.* Gerenthal *Favrat.* Egina *Favrat.* Col d'Etablon Riddes *Besse.* Fionnay Mauvoisin *Chodat.* Sur Evionnaz 1700 m. *Jaccard.*

Graubündten: Flims Bargis *W. Bernoulli.* Stätzersee Churwalden 5000 bis 6000′ *Brügger.* Splügen *Theobald.* Ferrera Avers 5000′ *Huguenin.* Campsut Avers *Brügger.* Val Marigel Tawetsch 2000 m. *Coaz.* Silvretta Alp ob Klosters 5500 bis 6000′ *Brügger.* Julier Oberhalbstein *Leresche.*

Waadtländer Alpen: Aux Plans *Ros. Masson.* Outannaz *Favrat.* La Planaz Château d'Oex *Leresche.* Bovonnaz *Leresche.*

Tessiner Alpen: S. Bernardino *Franzoni, Brügger.* Piora 1950 m. *W. Bernoulli.* Albigna 1800 bis 1900 m. *Rikli.*

Voralpen: Schweinalp Klönthal *Brügger.* Voralp Schwand bei Lowerz an einem Granitblock eine Reihe *Rhiner.* Fronalp östlich ein Trupp *Rhiner.* Wasserburg C. Schwyz *Rhiner.* Beim Hackenwirtshaus *Rhiner.* Schaffmatt C. Luzern *H. Lüscher.*

Jura: de Chasseral à Sonceboz à la ferme Mittlerberg: wohl nördlichster Standort im Jura. Zuerst *A. Braun* 1850 Herb. Godet. *Lerch.* Chasseral 1100 m. *E. Tièche.* Chasseron entre Grandsoune et le sommet *Lerch,* sous la cime *Jaccard.* Mont Tendre *W. Barbey.* Vuarne Dôle *Favrat, Vetter.* De St-Cergues à la Dôle *Reuter.* Faucille *Michalet* pl. Jur. 144. Colombier 4000′ *Bernet.*

Savoyen: Méry. Reposoir *Fauconnet.* Voirons petite Combe au dessus du Couvent *Reuter.* Sur Thônes *Perrier.*

Variiert genau wie A. Filix femina, nämlich:

Var. fissidens nach Luerss. Farnpfl. 146.

Pflanze mittlerer Entwicklung, Fiederchen doppelt gezahnt, d. h. mit gezahnten Lappen.

Var. multidentatum nach Luerss. Farnpfl. 146.

Dreifach gefiedert, mit tief fiedergeteilten Fiederchen, deren Lappen verlängert und reichlich gezahnt sind. Beide Formen gehen noch unmerklicher als bei A. Filix femina in einander über.

Die extremsten Exemplare mit $1^1/_2$ m. langem und 7 dcm. breitem Blatt, 4 cm. langen und $1^1/_2$ cm. breiten Fiederchen fand ich in den kleinen Schluchten des Feldseeabhanges im Schwarzwald 1500 m.! Habitus zwischen A. umbrosum (Ait.) Prsl. Madeira's und A. australe (Brack) der Nilgherries; in den Alpen mögen an passenden Stellen wohl auch ähnliche gefunden werden. Fast so grosse von Bovonaz l. *Leresche* und von Col d'Emaney U. Wallis l. *Favrat:* Fiederchen 3 cm. lang und 7 mm. breit. Rosenlaui *Fischer-Oster.*

Anmerkung. Am Feldsee des Schwarzwaldes, wo beide Athyrien gemischt wachsen, kommt eine vielleicht als Hybride anzusprechende grosse Form zwischen Var. fissidens und multidentatum, vor. Die Zähne der Fiederchen sind gedrungen, spitzer als bei A. alpestre, die Sori zwischen rund und oval, und mit einem kleinen einseitigen rundlichen Indusium versehen, das vom Sorus fast bedeckt wird. Habitus genau in der Mitte zwischen beiden Arten.

Hab. Halde am Seebuck in einem Exemplar Sept. 1899! Ähnlich, aber mehr gegen A. Filix femina hin: Zähne geschweift-zugespitzt: Faucille *A. Guinet* Herb. Delessert.

Var. dentatum nach Luerss. cit.

Pflanze klein, 2 bis 3 dcm. hoch, Fiederchen schmal, dicht gestellt, Lappen kurz, rundlich doppelt gesägt gekerbt, Zähne zusammenfliessend.

Hab. Seltener und oft steril. Tamaro Tessin *Schræter.* Grimsel Hauseck! Zæsenberg *F. v. Tavel* steril. Feldberg Schwarzwald und hier fertil!

Areal der Art.

Subarctisch und alpin:

1. Der Alpenzug und die benachbarten Gebirge von den Pyrenäen zum Kaukasus. In den nördlichen Vorgebirgen von den Karpathen zu den Vogesen und Auvergne sehr verbreitet; in den S.-W. Alpen bis Tenda und Pesio *(Burnat).* Nicht in dem norddeutschen Tieflande.

2. Im Norden von N. Russland über Skandinavien bis Grossbritannien.

3. Im nordwestlichen Amerika: Western Washington Chenalis County Baldy Peak 3500′ *Frank H. Lamb* 1897. Shasta 7500′ Calif. *Pringle.* M. Stanford 8500′ *Lemmon* 65.

In unserer Nachbarschaft massenhaft auf den Vogesen und im Schwarzwald; auch in Savoyen: Mt. Joigny bei Chambéry *Songeon.* Modane *Chabert.* In Piemont: Petit St-Bernard *Vaccari.*

Aspidieae.

Aspidiaceae Luerss. 47.

Aspidium.

Swartz Schraders Journ. 1800 II 4. 19. Luerss. 309. Aschers 20.

§ Polystichum.

Roth. tent fl. germ. III. 71 emend. Schott. gen. fil. (1834) Tab. 9. Luerss. Farnpfl 3.8.

23. A. Lonchitis.

(Polypodium L. Sp. pl. Ed. I. 1088.) Sw. Schrad. Journ. 1800. II. 30. Luerss. 324. Aschers. 36

Hab. Gemein durch unsere obere Berg- bis in die mittlere Alpenregion auf steinigen, buschigen Stellen, seltener im schattigen Walde, auf allen Bodenarten, meist erst im obern Teil des Tannengürtels beginnend, nur ausnahmsweise in die Tiefe herabsteigend. Vielleicht etwas häufiger in den äussern Ketten, als in der Lärchenzone der Centralalpen, aber auch hier nicht fehlend, Z. B.: Medels *J. J. Bernoulli.* Mortaratsch-Gletscher 2700 m. *Coaz.* Roseg und Charnadüra 1800 m. O. Engadin. *Candrian.* S. Moritz O. Engad.! Zermatt *Wolf.* Saas Grundberg Wallis 2400 m. *Coaz.* Bagne Mauvoisin massenhaft i. Walde! M. Thion bis 2500 m! Fusio Maggia! Campo alla Torba Maggia *Franzoni.* S. Bernardino. Campo *Franzoni.*

Niedrige Standorte: Bönigen Brienzersee! Kleine Warte (Zürich) 1100 m. *G. Hegi.*

Jura: Zwischen Weissenstein und Hasenmatt *J J. Bernoulli.* Chasseral Pouillerel *Sire.* Chasseron *Lerch.* Mont Damin *Morthier.* Creux du Van *Godet.* Reculet Hb. *W. Bernoulli. E. Ayasse. Guinet. Fauconnet.* Marchairuz *Vetter.* Faucille *Bernet.*

Variiert wenig; allenfalls können folgende zwei Formen unterschieden werden:

Var. longearistatum.

Fiedern dicht und kammförmig, doppelt gesägt, Sägezähne spitz und steif lang begrannt. Meist kleinere Pflanze und Jugendzustand, aber auch stark fructificierend

Hab. Gemmi *Fischer-Ooster* Herb. Bernens. Engelberg Trübsee! Längithal Binn *E. Fischer.* Aiguille de Beaulmes Jura 1400 m. *Andreae.*

Var. hastatum.

Grosse Pflanze, mit sehr stark entwickeltem, rechtwinklig abstehendem Öhrchen der Oberseite der Fiederbasis, und öfters auch einem kleinern

Öhrchen an der Unterseite. Zuweilen ist das obere Öhrchen völlig eingeschlitzt-abgetrennt, oder zeigt mehrere unregelmässige Einschnitte an der Basis der Fieder.

Hab. Sandalp *Reyel.* Valzeina 1600 m. *Wilczek.* Engelberg Trübsee-Alp! Giessbach *Bleuler.*

Dimensionen dieser Form zuweilen sehr gross: Fiedern 4 cm. auf $^1/_2$ cm. mit Habitus von A. munitum Klfs: Gruyère *Rapin.*

Alp Tanay 1600 m! Blatt 48 cm. lang, 7 cm. breit.

Areal der Art.

1. Nordasiatisch-alpin von Sibirien durch den Himalaya und Kaukasus nach den Hochgebirgen Europas, in die nördlichen wie auch in die südlichsten Ketten dringend.

2. Östliches N.-Amerika bis Grönland.

In die Ebenen geht die Pflanze nirgends herab; in den Gebirgen unserer Nachbarschaft ist sie selten in den Vogesen (Ballon de Servance *J. F. Jacquel.* Daarensee *Nicolle* 1821) und im Schwarzwald (Feldberg Seebuck *Loesch*) eben so selten vorhanden. J. Kaulfuss (Pteridophyten des nörd. Jura etc. Nürnb. 1899) giebt einige ganz sporadische Standorte im fränk. Jura an. Auch in den nördlichen Deutschen Gebirgen spärlich; nur im Hauptzuge von den Karpathen zu den Pyrenaeen häufig.

24. A. lobatum.

Swartz Schrad. Journ. 1800 II. 37.

A. lobatum I. genuinum Mett. fil. Hort. Lips. 88. Luerss. Farnpfl. 332.

A. aculeatum Doell Rhein. flor. 20. Subspec A. lobatum Aschers. synops. I. 37.

Ich fasse die von Luerssen und Ascherson mit unserer folgenden Art A. aculeatum in eine Gesamtart zusammengezogene Pflanze als wohl zu trennende, wenn auch verwandte Species auf.

Hab. Die gewöhnliche Form mit eher schwach entwickelten Öhrchen und wenig eingeschnittenen Fiederchen ist eine Schattenpflanze des Buchenwaldes, nicht gesellig, aber allgemein verbreitet und bis in den mittleren Tannengürtel hinaufsteigend, nirgends fehlend, es sei denn im trockensten Gebiet und in der offenen Alpenregion. Auch im innern Wallis, Chandolin Annivier *Wolf.* Aus dem O. Engadin und den Visp-thälern ist sie mir noch nicht vorgelegen, wohl aber aus Davos, *Bonnet* Hb. Kneuker. Auch im untern Tessin: Locarno Franzoni, Melano Rovio. Scairoli Pietro Pambio Figino b. Lugano *Wirtgen.*

Sie zerfällt in mehrere wenig deutlich ausgeprägte Formen und eine mehr der subalpinen Flora angehörige Varietät. Diese ist

Var. aristatum. Christ. Schweiz. bot. Ges. I. 85.

Blätter schmaler, länglich lanzettlich, sehr dicht stehende Fiedern mit sehr gedrängten kleinen Fiederchen, die tief und langstachelspitzig gesägt sind. Textur der Pflanze weicher, Schuppenüberzug sehr dicht und allgemein, namentlich die Haarschuppen der Fiederchen dicht und lang; die grossen Sori bedecken zusammenfliessend die ganze Unterseite der Fiederchen.

Dies die Var., die so vielen Anlass zu Verwechslungen des A. lobatum mit A. Braunii Spen. und A. aculeatum Sw. gegeben hat.

Es ist die Var. der höhern Gebirgs-, namentlich Tannenwaldung. Von A. aculeatum unterscheidet sie sich durch geringere Dimensionen und schmaleres Blatt, die kurz gestielte nach der Basis allmälich verschmälerte Spreite, die nicht so deutlich gestielten Fiederchen, die weniger endständigen zusammenfliessenden grossen Sori.

A. Braunii ist leicht zu unterscheiden durch sehr kurz zugespitzte bis stumpfe Fiedern, die viel grössern nicht gedrängten Fiederchen, die krautige Textur, die kurze wenig grannige Zahnung, die breitere Spreite, die fast schwarzen wenigen einzelnen Sori.

Hab. Reichlich in unsern höhern Bergwäldern, öfters allein und ohne den Typus, sich hierin fast wie eine Subspecies benehmend:

Brünigwaldungen und Hasliberg! 1885. Hasli *Thiry.* Herrenrüti Engelberg! Grafenort *Brügger.* Im Vorder- und Hinterwäggithal *Brügger.* Mythenjoch *Rhiner.* Stockhorn *Fischer-Ooster.* Linththal Pantenbrücke *Schroeter.* Murgthal! Trienger Schiltwald *D. Suppiger.* Prätigau Schlapina 5500—5700. *Brügger.* Fionnay Bagne! Alp Tanay 1600 m.! Pont de Nant *Wilczek.* Charoné Martigny 1500 m. *Besse.* Valletta del Tazzino *Franzoni* als A. Braunii bestimmt. Cavallino b. Lugano *Wirtgen.*

Salève Treize arbres et Piton *Guinet.* Jura: Oftringen *A. Lang.* Lampenberg Baselland! Burg b. Basel *J. J. Bernoulli.*

Diese Varietät findet sich zerstreut durch die europ. Gebirge. Ubine Savoye *Briquet.* Cochem Moselthal *Wirtgen.* Cronstadt Siebenbürgen als A. pilosum Schur *J. Barch.* Eaux Bonnes Pyren. *de Meray.* Salzburg, Reichenhall, Schneeberg Aschers. 38. Pesio Piemont *Bicknell.* Boscolungo Moden. Apen. *Levier.* Bosnien *Erich Brandis.* Macedon. Olymp *Sintenis und Bornmüller* 1543.

Die folgenden Var. des A. lobatum sind mehr nur Entwicklungsformen und Standortsvariationen:

Var. auriculatum. Luerss. 336 fig. 138. h.

Grosse Pflanze mit dreieckigen fast ganzrandigen, aber an der Basis mit einem besonders grossen und rechtwinklig abgesetzten Öhrchen ver-

sehenen Fiederchen, das von der halben Grösse des Fiederchens ist. Von dieser extremen Entwicklung des Öhrchens bis zu kaum geöhrelten Formen ist die Reihe eine ununterbrochene.

Hab. Tessin s. i. l. *Franzoni.* Madonna di Sasso Locarno *H. Schinz.* Herrgottswald Herb. Lucern. Urtenbach Schwyz *Rhiner.* Bremgartenwald *L. Fischer.* Engelberg Herrenrüti! Liestal! Gueuroz b. Martigny *E. Fischer.* Pissevache *Wolf.*

Var. subtripinnatum. Milde nov. Act. 26 II 494 Luerss. fig. 138 k.

Höchster Entwicklungsgrad in Betreff der Zerteilung: Fiederchen tiefer eingeschnitten und besonders das unterste der Oberseite der Fiedern in drei und mehrere Lappen fast bis zur Rippe geteilt. Zähne meist lang begrannt.

Hab. Selten. Pont de Nant *Wilczek.* Arvel forêt de Traversin 1100 m. *Jaccard.* Annähernd auch Tanay 1500 m.!

Var. rotundatum. Doell. fl. Bad. 39.

Schwache, meist jugendliche Form mit durchaus ungeöhrelten, rundlich ovalen, mit breiter Basis angewachsenen, geschweift zugespitzten, kaum gezähnten Abschnitten.

Hab. Hie und da unter der Normalform und stets in sie übergehend. Ziemlich charakteristisch im bad. Schwarzwald *Kneucker. Bonnet* in Herb. Kneucker.

Var. microlobum. Milde cit.

Form mit zahlreichen kleinen rundlich rhombischen kaum gezahnten und an der Basis stark zusammengezogenen deutlich gestielten Fiederchen.

Hab. Selten. Schloss Bipp C. Bern Jura! Zug *Bamberger* mit sehr kleinen dünn gestielten Fiederchen: Habitus von A. aculeatum und als A. angulare Kit. bestimmt.

Var. Plukenetii. (Polypodium Loisel. Notice 146.)

Gegensatz zu subtripinnatum: bedeutende Reduction aller Teile, welche der Pflanze den Habitus des Bastardes A. lobato-Lonchitis verleiht.

Sie tritt auf

a. Als Jugendform, an der dann die spätern Blätter zur normalen Entwicklung des Typus auswachsen, was ich durch Kultur nachgewiesen habe; aber auch

b. als bleibende, auf der ursprünglichen Stufe verharrende und fructificirende Kümmerform, wofür ich ebenfalls Kulturbelege habe.

Sie ist klein, von 1 bis 2 Dec. Höhe, fast einfach gefiedert; Abschnitte der Fiedern nur bis zur Hälfte der Lamina eindringend, nur

die Basis der untern Fiedern zeigt einen bis zur Spindel eindringenden Einschnitt, also ein Öhrchen in Gestalt eines Fiederchens. Bei den Übergängen zum Typus sind diese Fiederchen mehrfach vorhanden. Die obern Fiedern sind ähnlich dem A. Lonchitis, aber tiefer eingeschnitten. Sori kleiner, zerstreut, nicht gross und nicht in dichter Linie wie bei A. Lonchitis.

Steril ist diese Form unter der normalen wohl überall vorhanden, fertil aber seltener:

Hab. Roche des Craux Chaux de Fonds *Favrat.* Chaumont *Jeanjaquet.* Bachtel *Benz.* Engelberg *Thiry.* Champey *Wolf.* Derborenze *Wolf.* Morgins *Wolf.* La Tourne C. Neuchâtel *Godet.*

Die grösste Ausprägung des Lobatum-Typus in Indien, A. rufobarbatum Wall. zeigt in den alpinen Höhen des Himalaya eine analoge Form in A. ilicifolium Don.

Var. umbraticum. Kunze Flora 31. 375.

Tiefe Schattenform. Textur krautig, Einschnitte normal aber nicht tief eindringend, fast ganzrandig, unterstes vorderes Fiederchen sehr stark vorherrschend.

Hab. Kehrsiten Vierwaldstättersee! Zürich *Kaeser.* Im Schwarzwald sehr entwickelt Herb. *Kneucker.*

Areal der Art.

1. Durch das ganze Waldgebiet Europas und Vorderasiens zum Himalaya (A. setosum Wall.) nach China (Shen-Si *Giraldi*), Japan und den Sandwichsinseln. (A. Hillebrandii Carruth. *Baldwin*). Eine grosse Form in allen Teilen mächtiger entwickelt, in V. Indien: A. rufobarbatum Wall, an welche sich die ebenfalls sehr grosse A. discretum Don Ostasiens anschliesst.

2. In N. Amerika ist die Art kaum vertreten: nur A. Californicum Eat. Californiens lässt sich hierher ziehen.

3. Dagegen zeigt sie sich in Formen, die nur durch die Schuppenbekleidung etwas abweichen, auf der südl. Halbkugel in S. Afrika (A. luctuosum Kze.) Neuseeland (A. Richardi Hook.) und Chile. Doch finden sich von der S. Afrikanischen kaum unterscheidbare Formen auch in China (A. Tsussimense Hook)

A. lobatum × Lonchitis.

Murbeck. Lund Univers. Arsskr. 27. 19.

In der Mitte zwischen den Parentes.

Von A. lobatum durch schmallanzettliches, nach dem ganz kurzen Blattstiel durch sehr allmäliche Verkleinerung der Fiedern verschmäler-

tes Blatt, kürzere, eingeschnitten gesägte, nur an der Basis tief geteilte Fiedern mit breiter ungeteilter innerer Fläche, schmale ovallängliche Abschnitte, von denen nur der unterste vordere vergrössert und geöhrelt ist, und einreihige grosse Sori parallel der Rippe der Fieder mit grossem Indusium.

Von A. Lonchitis verschieden durch tiefere und breitere Zahnung: Umriss der Zähne ovallänglich wie bei A. lobatum, nicht seicht buchtig zugespitzt wie bei Lonchitis, Zähne weniger steif begrannt als bei letzterem. Von der Var. Plukenetii des A. lobatum ist der Bastard durch stramme breite Spindel, breite reichlichere Schuppen, auch (Aschers. Synops. 42) längere Spreite mit zahlreichern Fiedern verschieden, die sich verkleinernd fast den ganzen Blattstiel einnehmen, durch die straffere Textur und die grossen dicht stehenden einreihigen Sori. Bei Plukenetii sind sie klein und zerstreut.

Habitus durchaus zwischen den Eltern. Unterer Teil des Blattes infolge stärkerer Zerteilung der Fiedern eher an lobatum, oberer Teil durchaus an Lonchitis erinnernd.

Hab. Durchaus nicht selten in der höhern Bergregion, wo die Gebiete der Eltern zusammenstossen, und daselbst wahrscheinlich ziemlich überall vorhanden. Jedenfalls in der Schweiz der verbreitetste Aspidium-Bastard.

Tritt auf in 3 unterscheidbaren Stufen:

1. A. lobatum × perlonchitis.
A. Lonchitis-lobatum. Aschers. 42.

Blattumriss des A. Lonchitis 25 cm. lang, 5—7 cm. breit. Fiedern der obern Blatthälfte wie Lonchitis, bloss etwas steiler gezahnt; untere Fiedern mit abgetrenntem Öhrchen und tiefen zahlreichen ovalen spitzen Lappen bis nahe zur Rippe. Sori sich fast berührend aber nicht zusammenfliessend.

Fig. 22 Aspidium lobatum × perlonchitis.

Hab. Zingel bei Seewen Schwyz *Rhiner* 1862. Alp Tanay 1600 m! Audessus de Morcles 1600 m. *Jaccard.* Vallon des Plans pente orientale 1863 *Favrat.* Col de Marchairuz Jura *Vetter.*

2. A. aeque lobatum × Lonchitis.

Grösser, Spreite 45 cm. auf 10 cm.; Fiedern aus breiter Basis sichelförmig ovallanzettlich zugespitzt, an der Basis mit einem grossen bis zur Rippe abgetrennten $2\,^1/_2$ mm. breiten Öhrchen, sonst bis zu $^2/_3$, nach oben

jedoch nur zur Hälfte in viele dicht stehende kammförmig sich berührende spitz oval geschweifte seicht gezähnte oder ganzrandige begrannte Lappen eingeschnitten. Sori nur von der Mitte der Fiedern an einreihig, etwas zusammenfliessend.

Fig. 23. Aspidium aeque lobatum × Lonchitis.

Nur die oberste Spitze ähnelt A. Lonchitis, das Blatt ist sonst infolge der etwas löffelförmigen gedrängten Abschnitte und der $^1/_2$ cm. breiten intacten Lamina der Fieder sehr originell.

Hab. Zingel bei Seewen *Rhiner* 1863 mit voriger. Fionnay Bagne 1894! inter parentes. Valzeina 1600 m. *Wilczek.* Planjean Lens 1600 m. *M. Besse.* Alp Tanay 1600 m. 1899! mit voriger.

3. A. perlobatum × Lonchitis.

Spreite bis 10 cm. breit, aber sehr lang in die Basis verschmälert mit zuletzt ganz breit dreieckigen kurzen Fiedern; unterstes Fiederchen viel grösser als die andern, deutlich gelöst, etwas entfernt, 3 mm. breit, die folgenden auch bis zur Spindel eingeschnitten, aber nebst den obern weniger tief eindringenden sämtlich ovallänglich, schmal, 3 bis 2 $^1/_2$ mm. breit, geschweiftgespitzt, durchaus ungeöhrelt: die Sori sehr gross, von der obern Hälfte der Fiedern an einzeln, in den untern Lappen mehrere, zusammenfliessend.

Fig. 24. Aspidium perlobatum × Lonchitis.

Hab. Ob Lens gegen den Rawyl *M. Besse* 1899. Alp Tanay 1600 m! mit vorigen. Pont de Nant *Wilczek* 1899. Rochers de Naye *Ph. Paiche.* Pizogel bei Chur 1000 m. *Coaz.*

Anmerkung: Fräulein Dr. Ternetz vom bot Institut in Basel hatte die Güte, die Sporen dieser Hybriden zu untersuchen.

a. A Lonchitis von Tanay hat längliche gleichmässig ausgebildete Sporen. Grösserer Durchmesser rund 40 μ, kleinerer rund 28 μ.

b. A. aeque lobatum × Lonchitis von Tanay: Sporen rundlich, sehr unregelmässig ausgebildet, teils viel grösser, teils kleiner als bei A. Lonchitis. Die grössten Sporen haben einen Durchmesser von (rund) 54 μ, die kleinsten von 17 μ und darunter. Die Verdickungen der Exine sind bei beiden Formen dieselben.

c. A. perlobatum × Lonchitis von Tanay: Sporen unregelmässig, rundlich, mit flockig-körniger Exine. Maximaldurchmesser 57—58 μ, Minimaldurchmesser 23 μ. Die Mehrzahl der Sporen hat einen Durchmesser von 43 μ oder von 29 μ. Sporen zieml. gleichmässig ausgebildet, wenn der Durchmesser 43 μ oder 29 μ beträgt. Wo aber sehr grosse Sporen vorkommen (57—58 μ), enthalten die Sporangien auch verkümmerte Exemplare von nur 23 μ Durchmesser.

d. A. perlobatum × Lonchitis von Lens: Sporen, wie oben, ungleichmässig ausgebildet. Exine flockig-körnig. Maximaldurchmesser 52 μ. Gewöhnlich beträgt der Durchmesser entweder 43 μ oder 23 μ. Sporen denjenigen von 1 ausserordentlich ähnlich, nur von etwas geringerer Grösse. Durchmesser nicht in so bedeutenden Grenzen schwankend.

Dieses Ergebnis lässt deutlich die hybride Deformation dieser Formen in ihren Fructifikationsorganen erkennen.

25. A. aculeatum.

(Polypodium L. Sp. Plant Ed. I. 1090 ex. parte) Swartz in Schrader Journ. 180[illegible] II. 37.
A. lobatum β angulare (Mett. fil. Hort. Lips 88) Luerss. 343.
A aculeatum Doell. subspec. B. A. angulare (Kit. bei Willd. Spec. plant. V. 257.) Aschers. 39.

Kitaibels Name ist neuer (1810) als der von Swartz, der Linnés Bezeichnung für die hier zu behandelnde Pflanze verwandte. Ascherson verfügte über den Namen aculeatum für seine, auch A. lobatum umfassende Gesamtart, und musste deshalb für seine Subspecies zum spätern angulare greifen.

Für mich ist unsre Pflanze eine gute Art, und die von Luerssen 346 unter Berufung auf Milde und Doell behaupteten Übergangsformen sind nach meinen Beobachtungen als Bastarde aufzufassen.

A. aculeatum ist nur halb wintergrün, die Textur dünner und weicher, die Fläche matt; die Spreite ist länger gestielt, am Grunde wenig verschmälert, die Fiederchen stehen mehr rechtwinklig von der Spindel ab, sind mit dünnem scharf abgesetztem Stiel versehen, zahlreicher, etwa 20 auf jeder Seite der Rippe der Fiedern, kleiner (1 cm.), relativ breiter, stumpf und plötzlich in eine Granne verschmälert, rundlich oder eckig[1]) trapezoidisch, mit rechtwinklig vorspringendem Öhrchen, die Zahnung tiefer, feiner, die Lappen geschweift oval, die Spitzen der Zähne weicher begrannt, die Granne abgesetzt, nicht allmälich aus der Blattsubstanz verlängert; die Sori kleiner, zahlreicher (12—18), nicht zusammenfliessend, an den fertilen Nervchen endständig; das Indusium kleiner; die Beschuppung der Pflanze reichlicher, namentlich Stiel und Spindel mit dichtem hellem Filz linealer Schuppenhaare, und zugleich mit grössern dunkeln breiten Schuppen besetzt.

[1]) Daher Kitaibe's Name.

A. lobatum ist wintergrün, härter, Fläche meist etwas glänzend, Stiel kurz, Spreite nach unten verschmälert, Fiederchen angewachsen mit stark verschmälerter Basis oder breit gestielt, Stiel in das Fiederchen verbreitert, Fiederchen weniger zahlreich, etwa 12—15 auf jeder Seite der Rippe der Fieder, grösser, schief zur Spindel und etwas liegend, geschweift, oval zugespitzt mit länglichem Öhrchen, Zahnung schmaler, spitzer, nicht geschweift, Zähne allmälich in eine starre Granne verlängert. Sori grösser, weniger zahlreich (10 bis 12) zusammenfliessend, auf den fertilen Nervchen dorsal, Indusium gross, Beschuppung der Pflanze, bes. der Spindel lockerer und der feine hellere Filz linealer Schuppenhaare fehlend.

Hab. Schattenpflanze feuchter Waldschluchten. Einzig in unserm insubrischen Gebiet in der untern Region in Bachrinnsalen des Kastanien- und Buchenwaldes, und in solchen bis in die tiefsten Lagen zu den Seen herabgeführt.

1. Sehr häufig im Becken des Lago Maggiore, am ganzen Abhang ob Locarno, an geeigneten Stellen vom Einlauf der Verzasca bis zur Schlucht der Maggia bei Ponte Brolla nirgends fehlend, hie und da mit A. lobatum zusammentreffend, von mir schon 1874 beobachtet, von Franzoni schon weit früher gesammelt. Zb. Al Tazzino *Franzoni. Christ* Madonna di Sasso und unter Brione! *Schræter.* Ponte Brolla *F. v. Tavel. Schræter. Wilczek.*

2. Im Gebiet des Lago di Lugano: Caprino 300 m. *Coaz. Lüscher.* Maroggia Fuss des Generoso *Schræter.* Rovio ebenda 400 m. *Wilczek. Wirtgen.* Zwischen Carona und Melide *F. v. Tavel.*

Cavallino. Figino Muzzano. Morcote *Wirtgen.*

Var. **hastulatum.** (Aspidium Tenore Atti Istitut. incorrag. Napol. V. 149. Tab. 4.)

Gross und voll entwickelt, Fiederchen tief eingeschnitten, unterstes vorderstes Fiederchen sehr verlängert und nebst den nächstfolgenden bis zur Rippe mehrfach fiederspaltig. Geht so unmerklich in die wenig eingeschnittene Normalform über, dass keinerlei Grenze zu ziehen ist.

Hab. Überall mit dem Typus Zb. ob Locarno! *Mariani.* Zwischen Melide und Morcote Luganersee *Wilczek. Wirtgen.*

Einzeln auftauchende Standorts-Formen sind:

Var. **auriculatum.**

Analog der gleichnamigen Form von A. lobatum. Fiederchen lang zugespitzt, fast ganzrandig, mit wenigen liegenden Grannenzähnen. Öhrchen sehr gross, fast von der Grösse des Fiederchens. Fiederchen dreieckig in 2 rechtwinklige Zacken endigend. Vielleicht Frostform.

Hab. Locarno!

Ebenso von West-Cowes Isle of Wight Herb. Kew.

Dahin auch ungefähr das bei Moore nature print. Brit. ferns Octavo I 23 abgebildete v. proliferum Wollast.

Var. microlobum. Warnsd bei Aschers. 39.

Form mit äusserst kleinen, zahlreichen Fiederchen von blos 4—5 mm. Länge bei ziemlich grosser Spreite. Wird häufig in Gärten cultiviert.

Hab. Wild al Tazzino Locarno! 1874.

Var. rotundatum.

Fiederchen rundlich abgestumpft, fast ganzrandig. So sporadisch oft nur an einem sterilen oder verkümmerte Sori tragenden Blatt der Normalform.

Hab. Locarno!

Cavallino b. Lugano *Wirtgen.*

Areal der Art.

Ein cosmopolitischer Farn beider Halbkugeln, vorherrschend und fast nirgends fehlend in den Gebirgswäldern der Tropen, und in den mildern Teil der gemässigten Zone ausstrahlend.

1. Gemein und in verschiedenen, zum Teil sehr hoch entwickelten Formen (Maxima mit durchweg fiederspaltigen Fiederchen sind A. Moluccense Blume enum fil. Jav. 168 und A. Batjanense Christ in fil. Warburg Monsunia I 77 aus der östl. Sundasee *Warburg*) im trop. und subtrop. Asien: Himalaya, Vorderindien bis Ceylon, Hinterindien, den Sundainseln (A. mucronulatum Blume), Philippinen (A. obtusum Hook.) bis Samoa *(Betche)* und zu den Sandwichs-Inseln (A. Haleacalense Brackenr.). Verbreitet im mildern China und Japan.

2. Nach W. ausstrahlend durch Vorderasien zum Kaukasus, Constantinopel, Bosnien *(Brandis)* längs dem S. Fuss der Alpen durch die südl. Hälfte von Frankreich nach der atlant. Küste bis Grossbritannien, im Mittelmeerbecken bis Algerien (Chiffa Blidah! *Gay*) u. auf den atlant. Inseln. Längs dem nördlichen Alpenbogen fehlend, aber vom atlantischen Gebiet her, wie so manche südlichen Pflanzen, nach Belgien, an die Mosel, ins mittlere Rheingebiet vom Neanderthal aufwärts bis Baden-Baden! und Freiburg i. Br. Günthersthal! Rosskopf. *Thiry.* St. Valentin *Lœsch.*

3. Verbreitet im Waldgebiet von O. W. und S. Afrika in veränderten Formen, aber auch in der typischen, ausstrahlend zur Réunion *Cordemoy.*

4. In N. Amerika fehlend, aber gemein in den Andenländern von Mexiko abwärts bis Chile.

5. In fast typischer, nur durch proliferierende Spitze ausgezeichneter Form im Waldgebiet Australiens.

Die stärker divergierenden Formen und Subspecies sind bei der Darstellung dieses weltweiten Areals ausser Betracht gelassen. Bemerkenswert als östliche Grenze des ausgedehnten französischen Areals ist St. Sulpice Savoyen 1861 *Songeon*. Herb. Chabert, und es ist sehr auffallend, dass die Pflanze sich nicht, wie so viele Arten dieser Verbreitung, auch am Fuss der Waadtländer Alpen wieder findet, wo doch Polypodium serratum und grosse Adiantum nigrum-Formen auftreten.

A. lobatum × aculeatum.

A. aculeatum vulgari-Swartzianum Doell mss. in Herb. Kneucker.
« Mittelform zwischen A. aculeatum und Swartzianum Thiry mss. 1885. »
A. Bicknellii Christ in Fougères Alp. Marit. in E. Burnat.
Matériaux pr. hist. flor. Alp. Marit. 1900.
« Übergangsform zwischen A. lobatum genuinum und lobatum β angulare »
Luerss. Farnpfl. 346.

Fig. 25. Aspidium lobatum × aculeatum.

Nach reichlichen Beobachtungen mit Dr. Thiry an dem ausgedehnten Standort bei Günthersthal bei Freiburg i. B. ist mir die Bastardnatur dieser Form nicht mehr zweifelhaft, und ist auch wohl nur deshalb nicht bereits neuerdings wieder betont worden, weil die neuern Autoren, bes. Luerssen und Ascherson, die Eltern nicht als Arten anerkannten, sondern nur als Glieder einer Gesamtart, oder die eine als Varietät der andern.

An den Standorten treten die in Rede stehenden Formen nicht etwa so auf, dass Reihen zu beobachten wären, welche die beiden A. lobatum und aculeatum verbinden, oder Individuen, bei denen man über die Zugehörigkeit zur einen oder andern Art unentschieden wäre. Vielmehr stellen die Stöcke beider Arten sich in prägnanter Deutlichkeit dar, dazwischen aber stehen einzelne Stöcke, deren hybride Natur durch die ungleiche Mischung der Charaktere, den luxurianten Wuchs und die auffallend kleinen und sehr oft verkümmerten Sori genügend ins Auge fällt.

Die Textur ist ungefähr die von lobatum, also starrer als bei aculeatum

und ziemlich wintergrün. Die Beschuppung ist häufig die gedoppelte des A. aculeatum. Die Fiederchen sind um die Hälfte grösser als bei A. aculeatum, weniger zahlreich: 12 bis 15 jederseits unter der bloss eingeschnittenen Spitze, sind deutlich, aber breiter gestielt, der Stiel an der Basis des Fiederchens *weniger* abgesetzt als bei aculeatum, mehr keilig verlaufend, die Zähne mehr oval als bei A. lobatum und auch das Öhrchen oft mehrmals tief eingeschnitten, in starre Grannen verlaufend. Die Sori sind zahlreich, circa 6 jederseits, klein, nicht zusammenfliessend, unregelmässig, ungleich, mit wenigen Sporangien, das Indusium verkümmert.

Von A. lobatum v. aristatum durch bedeutende Grösse, die nach der Basis etwas weniger verschmälerte und länger gestielte Spreite, die gestielten tiefer gelappten Fiederchen, die bedeutendere Blattbreite (15 Centimeter), sowie die nicht zusammenfliessenden Sori verschieden.

Auch von diesem Bastard kann gesagt werden, dass er im untern Teil des Blattes mehr der einen Art, und zwar dem A. aculeatum, und im obern mehr dem A. lobatum gleicht, indem hier (verschieden vom Verhalten des A. lobatum × Braunii) die Fiederchen der untern Fiedern stark eingeschnitten und stark gestielt, die der obern Fiedern aber schmaler und wenig deutlich gestielt sind.

Hab. Locarno in einer kleinen Bachschlucht, Strasse gegen Orsellina, mit A. aculeatum 1898. Melano-Rovio, Fuss des Generoso, *F. Wirtgen.* Pflanze eher klein, im Habitus sehr nahe A. lobatum und aristatum, aber Abschnitte 16 bis 18 bis 20 unter der Spitze, kleiner als aristatum, eckiger, mit deutlich abgesetztem kurzem Stiel, feiner und tiefer gezahnt, Sori unregelmässig, klein, zu 16. Melide-Morcote *H. Lüscher.* Unter den 1900 im März von *F. Wirtgen* gesammelten Exemplaren aus der Umgegend Lugano's sind hervorzuheben:

A. lobatum × aculeatum v. rotundatum.

Klein, mit kleinen, sehr zahlreichen, rundlich abgestumpften, schwach begrannten Fiederchen, die sich durch derbere Textur und breitern Stiel von der var. des aculeatum unterscheiden und gegen A. lobatum hinneigen.

Hab. Pregassona. *Wirtgen.*

Hievon unterscheidet sich eine luxuriante sehr grosse Form

A. lobatum × aculeatum v. pseudo-Braunii

durch sehr grosse Fiederchen der untern Fiedern, die 13 mm. auf 6 mm. messen und aus rechteckiger Basis rhombisch oval, stumpf, fast ganzrandig und nur nach der Spitze begrannt und dünn lederig durchscheinend, aber wintergrün sind: Habitus von A. Braunii. Erst die obern oval-rundlichen Fiedern zeigen tiefere Zahnung. Stiel der Fiederchen

sehr kurz, ziemlich dünn, Fiedern auffallend kurz zugespitzt. Sori gross, weniger zahlreich.

Hab. Ligamo b. Lugano 350 m. *Wirtgen.*

Fig. 26. Aspidium lobatum × aculeatum v. hastulatum

A. lobatum × aculeatum v. hastulatum.

Riesenform, höchst luxurianter Bastard, wohl der stattlichste Farn unserer Flora. Pflanze 90 cm. hoch, Stiel 1 ½ cm. dick, bloss 12 cm. lang, unterste Fiedern etwas kürzer als die mittlern; Stiel und Spindel mit dichten hellbraunen Spreuhaaren und eingestreuten grossen braunen, bis 2 cm. langen, länglichen Schuppen bedeckt, Spreite 25 cm. breit, Fiedern 14 cm. lang, 2 ½ cm. und unten 3 cm. breit, mit 20—25 Fiederchen. Diese sehr kurz, aber abgesetzt gestielt, sichelig, breit lanzettlich, oben sehr stark geöhrelt, tief eingeschnitten, gesägt, Lappen spitzwinklig. Ohr parallel der Costa, nicht rundlich wie bei A. aculeatum, obere Fiederchen der Basis der mittlern Fiedern 1 ½—2 cm. lang, in 4—6 tiefe Abschnitte geteilt, deren unterster völlig gelöst ist. Habitus von A. aculeatum v. Batjanense Christ in Warburg. Monsunia I, 77 des malayischen Archipels und Assams.

Hab. Pregassona inter parentes. *Wirtgen.*

A. lobatum × aculeatum ist ferner gefunden in Baden: Yburg, Baden-Baden! *Doell. Maus.* herb. Kneucker. Inter parentes in mehreren grossen Stöcken im Günthersthal bei Freiburg i. B. 1885. *Thiry. Christ.* Auch in Bosnien *Erich Brandis.* Dahin ohne Zweifel A. Braunii v. Bosniaca Formanek östr. bot. Zeit. 38. 243. In diesem Gebiet wachsen A. lobatum und A. aculeatum auch zusammen.

Eine näher dem A. aculeatum stehende, also als

A. peraculeatum × lobatum

zu bezeichnende Pflanze habe ich aus dem Schwarzwald: Baden-Baden 1897 *M. Lange* (als A. Braunii-lobatum be-

stimmt). Die Textur ist dünn, gleich flacciden Schattenformen des A. aculeatum, Fiederchen sehr deutlich gestielt, kleiner, tiefer und wiederholter gelappt als bei der gewöhnlichen Form; Sori sehr klein, punktförmig, verkümmert, 6 jederseits. Weder das Schuppenkleid der Spindel noch Gestalt und Dimension der Fiederchen noch der Sori deuten auf A. Braunii, das übrigens, soviel ich weiss, bei Baden-Baden fehlt. Der Bastard A. Braunii-aculeatum ist mir bis jetzt überhaupt aus West-Europa noch nicht vorgekommen. Beide Arten sind sehr selten beisammen. Ich kenne die Freiburger Gegend und etwa noch Locarno, wo dies der Fall ist.

Ganz ähnliche, aber derbere Pflanzen auch aus der Umgebung von Lugano. *Wirtgen.*

26. A. Braunii.

Spenner Flora Friburg I. 9. Luerss. Farnpfl. 350. Aschers 40.

Zu bemerken ist, dass die Pflanze frisch durchaus nicht glanzlos erscheint, wie dies an trockenen Exemplaren der Fall ist, sondern dass sich die Oberseite durch einen ganz eigentümlichen, ziemlich starken Fettglanz auszeichnet.

Hab. Schattenpflanze des tiefen Waldhumus in der Bergregion zwischen Steinen. In einzelnen Colonien, in den Alpenthälern, sehr sparsam.

1. Haslithal: zum ersten Mal gefunden von *Dœll* 1847 (Fl. Bad. 40) zwischen Imhof und Gutannen Oct. 1847 *Dœll* Herb. Kneucker und Herb. Bernens. ein Exemplar mit Alex. Brauns Etiquette: «Unterhasli Dœll.»

2. Engelberg *(J. Müller* nach Bernoulli 59) ob Herrenrüti mit Asp. lobatum, A. lobatum × Braunii und Streptopus amplexifolius l. *Thiry* 1890 und wieder *Schrœter, E. Fischer* und *Christ* 1897. Auch Juni 1899! wo an den jungen Blättern der Fettglanz der obern Fläche stark hervortrat.

3. Schächenthal bei Rosslaui gegen den Stäuberfall 1150 m *F. v. Tavel* 1885. Unterschächen Hinterbanzig unter Alnus *Correns* 1895.

4. Gotthard in den Schöllenen *H. Lüscher* 12. 9. 1889 siehe auch v. Tavel in den Ber. der schweiz. bot. Ges. IV 1894. 91.

5. Fra Bré e il Colmanicchio ne' monti sopra Locarno, ein sehr gut charakterisiertes Exemplar *Franzoni* in Herb. Locarno. Sehr interessante Localität, weil die einzige auf der Südseite unserer Alpen. Die Angabe im Bericht der Schweiz. bot. Ges. III 1893. 127 bei Rovio Generoso und zwischen Melide und Morcote l. Wilczek bezieht sich auf A. aculeatum.

Die Art ist ungemein constant und zeigt nirgends stark hervortretende Varietäten.

Var. subtripinnata. Milde. Nov. Act. 26. 6. 501.

Grössere Form mit tief gelappten Fiederchen. Das unterste Fiederchen der Vorderseite hat jederseits bis 5 Lappen, deren unterster fast bis zur

Costula geht. Dabei sind die Sori zahlreicher: bis 12. Unsere gewöhnliche Form hat seicht- und grobgelappte, nicht tief eingeschnittene Fiederchen.

Hab. Herrenrüti Engelberg! Besonders schön und entwickelt kommt diese Form vor in Russland Gouv. Moskau Kunzewo *Zickendrath* Pterid. Wirtgen 1899.

Var. rotundata.

Ihr gegenüber steht eine kleinere Form mit schmalem, lanzettlichem, bloss 7 cm. breitem Blatt, wenigen Abschnitten (kaum 8 bis 10), die doppelt kleiner als an unserer Form, rundlich rhombisch und fast ganzrandig sind:

Hab. Kaukasus Alagir l. *Marowicz.* Pterid. Wirtgen. Ähnlich und weniger entschieden in kleinen Exemplaren der Schwarzwaldstandorte!

Areal der Art.

Weit zerstreute, aber überall seltene Pflanze.

1. Mittel- und Nord-Europa bis zum Kaukasus. Entdeckt bei Freiburg i./B. und sehr kenntlich abgebildet in der Flora Friburgensis von Spenner cit. Tab. 2 (1825), wo sie an mehreren Punkten der Schwarzwaldthäler noch vorkommt: Hirschensprung 1891! Zastler St. Wilhelm *Lœsch.*

Es ist vielleicht nicht ohne Interesse aus dem jedenfalls seltenen cit. Buche, das ich Dr. Thiry verdanke, die Diagnose und Beschreibung hier zu wiederholen:

« A. Braunii Spenn. Pinnis rectis subhorizontaliter patentibus, pinnulis mollibus, omnibus æqualibus, oblongo-trapezoideis, basi exteriore oblique truncatis, obtusis, ciliato-serratis, stipite, rachibus venisque paleaceis.

β. minus pinnis pinnatifidis laciniis latissimis.

In rupibus humidis muscosis dumetosis in d. Hœlle prope d. Hirschensprung ego primus legi varietatem β. In iisdem locis serius variet. α. detexit Alex. Braun 7—9. Affinis quidem priori (d. h. dem A. lobatum) tamen distinctissima species. Differt habitu laxiore, paleis in stipite rachibusque multo majoribus, frequentioribus, in venis capillaribus, pinnis rectis, obtusiusculis nec acuminatis, sæpissime horizontaliter patentibus, pinnulis obtusis basi exteriore oblique attenuatis, interiore truncatis, omnibus æqualibus (dies im Gegensatz zum A. lobatum wo es heisst: pinnula infima superior auricula seu angulo valde prominente triangulari in basi exteriore a cæteris distincta) mollibus tenuibus intense viridibus, serraturis ciliatis mollibus, nec rigide mucronatis, venis ciliato-paleaceis.

Nota. Speciem novam in honorem amicissimi Alex. Braunii Carlsruhensis, qui multas plantas rarissimas in regionibus nostris detexit,

denominavi. Cl. Dr. Mougeot specimen a me communicatum etiam pro diversa ab A. aculeato specie declaravit.

Obs. var. β est planta imperfecta sterilis multo minor vix 3 — 5 unc. optime varieti β prioris speciei (nämlich dem A. Plukenetii Lois) correspondens. »

Sehr sporadisch vom Schwarzwald durch Deutschland (Zb. Württemberg Unteressendorf *Dr. Probst* im Herb. Christ) nach Österreichisch Schlesien, wo sie wohl am reichlichsten auftritt. Durch Galizien nach Siebenbürgen im süd- und südöstlichen Tirol und von da durch die östliche Alpenkette. Unter der grossen, mir von *Erich Brandis* aus Bosnien durch Güte des Hrn. Kæser vorliegenden Farnsammlung nicht vorhanden, sondern nur sehr mannigfache Formen von A. lobatum und aculeatum. Auch aus den Vogesen von mir nicht gesehen. Auf der Südseite der Alpen sind mir ausser unserm insubrischen nur zwei Standorte bekannt: Im Val Masino oberhalb Ardenno, Veltlin 1000 m. *E. Levier* 18. Sept. 1899 und der völlig erratische bei Grasse Alp. Marit. *Vidal* Herb. Christ. (Christ Foug. Alp. Marit. in E. Burnat Matériaux 21.) Diese Standorte lassen jenen bei Locarno weniger isoliert erscheinen.

Wieder in Norwegen: Bogedal *Friedtz.* Stavanger *Kok.*

Russland und weiter: Moskau *Zickendrath.* Ossetien Alagir 700 m. *Marcowicz.* Wirtgen Pterid 222. Kaukasus *Levier* und *Sommier.*

2. Ostasien: Pachal Amur *Maximowicz* 1859. Mittl. China: Thae pei San und Tun u Tsse in Shen Si *Giraldi.* Japan Otaru *Faurie* 2998.

Sandwichs-Inseln *D. D. Baldwin.*

Slamat, Java (Aspid. diaphanum Zollinger) *Raciborski.*

3. Nordost-Amerika: Smugglers Noch Vermont *Butler.* Willougby Vermont *Faxon.* Indian Pass Adirondacks N. Yers. *Britton.* Katskill falls N.-York *Hb. Kew.*

A. lobatum × Braunii.

Luerss. Farnpfl. 357, Fig. 143, wohl auch Fig. 138 K., welche diesem Bastard genau gleicht, wofür auch der Fundort: Gesenke spricht, wo beide Eltern zusammen wachsen. Aschers. 41.

Dieser Hybride übertrifft an Grösse die Stammarten. Spreite über meterlang, 2 dcm. breit. Beschuppung ähnlicher dem A. lobatum, indem die sehr grossen stumpfen blassen Spreuschuppen der Spindel fehlen. Fiederchen breiter, mit mehr rundlicher Basis als bei A. lobatum, jedoch länger zugespitzt und deutlicher gestielt als bei A. Braunii, Textur derber als dieses, jedenfalls halb immergrün. Die Zahnung der Fiederchen ist weniger fein und weniger grannig als bei A. lobatum, tiefer, gröber, d. h. die Zähne weniger zahlreich aber breiter, rundlich oval, in eine feine weiche Granne auslaufend, das Öhrchen ist stumpf, breit und sehr

tief 3 bis 4 mal eingeschnitten. Sori zahlreich, rundlich, nicht zusammenfliessend, in Folge des Fehlschlagens der Sporangien auffallend ungleich, schwärzlich, mit dem grauen verschrumpften Indusium teilweise bedeckt.

Mit Recht bemerkt Aschers. 41, dass dieser Bastard in der untern Blatthälfte mehr an A. Braunii, in der obern mehr an A. lobatum erinnere, nämlich so, dass die untern Fiedern ungeteilte, nur grob gekerbte rundlich stumpfe Fiederchen tragen, während erst im obern Teil des Blattes die Fiederchen mehr sich zuspitzen und tiefer eingeschnitten sind. Dieselbe disharmonische und unvollkommene Vermengung der Merkmale bei Hybriden zeigen auch A. lobato × aculeatum und A. lobato × Lonchitis, und sie ist von mir schon bei einigen Rosen (R. dichroa Lerch u. a.) bemerkt worden.

Hab. Zwischen den Eltern in höchst luxurianten Stöcken bei Herrenrüti Engelberg Sept. 1897 *Schræter, E. Fischer* und *Christ* (siehe Bullet. Schweiz. bot. Ges. VIII 1898 S. VII, wo das Vorkommen einlässlich beschrieben ist). Ich besitze dieselbe Form vom Feldberg, felsige Thäler *A. Braun.* Ustron schlesisches Gebirg *Milde.* Gura Humora Bukowina *Dœrfler* 1889. Kunzewo Gouv. Moskau *Zickendrath* 1898. Die drei ersten Pflanzen stimmen genau mit der Engelberger Pflanze, letztere ist gedrungener, die Fiederchen berühren sich, sind breiter, weniger eingeschnitten, aber stärker und dichter begrannt.

A. Braunii × aculeatum.

Anmerkung. Da in unserm Gebiet ein Beisammenwohnen von A. aculeatum und A. Braunii stattfindet, so ist auch an einen Bastard dieser Arten zu denken. Als einen solchen möchte ich ansprechen das von Wirtgen Pterid. 222 ausgegebene Exemplar von «A. Braunii» aus dem Kaukasus Ossetien Alagir 700 m. *Marcowicz* Oct. 1899, zu welchem F. Wirtgen bemerkte:

«Abweichend von der typischen Form durch längere Blattstiele, «länger zugespitzte Segmente erster Ordnung, und weniger zahlreiche «Spreuschuppen.»

In der That ist der Blattstiel fast 2 dcm. lang, seine Schuppen, wie die der Spindel, bestehen vorwiegend aus kleinen linealpfriemlichen, mit sparsam eingemischten grossen, die lanzettlich lang haarförmig zugespitzt sind; die untersten Fiederpaare sind weniger verschmälert, und an meinem Exemplar ist nur 5 cm. unterhalb des letzten Paares eine rudimentäre $1^1/_2$ cm. lange bloss gezahnte Fieder als Erinnerung an die stark verkürzten untersten Fiedern des A. Braunii geblieben. Die Fiedern sind in eine lange Spitze mit liegenden Einschnitten ausgezogen, während bei Braunii die Fiedern kurz und stumpf endigen; sie zählen unterhalb der bloss eingeschnittenen Spitze 12 Fiederchen jederseits. Diese

sind kleiner als bei Braunii, deutlich sehr kurz und schmal gestielt, rhombisch stumpf, rechtwinkelig geöhrelt, das unterste vorherrschend, 2 bis 3 lappig, die andern fast ganzrandig, sehr seicht und fein liegend gezahnt, Zähnchen sehr klein, mit einer feinen Granne, nur die Spitze des Fiederchens mit stärkerer Granne. Sori rundlich, viel kleiner als bei Braunii, heller braun, 8 in dem untersten, meist 6 oder 5 in den übrigen Fiederchen, am fertilen Nervchen mittelständig. Textur von A. Braunii. Habitus zwischen beiden Arten. Vom gleichen Standort liegen entschiedene A. Braunii v. rotundatum vor.

Von A. aculeatum hat der Bastard den längern Blattstiel, die schmälern Schuppen, die nach unten wenig verkürzte Spreite, die schmal gestielten kleinen Fiederchen, und deren kurze Zahnung; die lang ausgezogene Spitze der Fiedern, an Braunii erinnert die zartkrautige Textur, die dunkelgrüne Farbe, die plumpere Form der Fiedern und Fiederchen.

§ Lastrea.

(Bory Dict. Class. VI 588) pro parte.

Die Lastrea-Gruppe ist, namentlich nach der weiten Hooker'schen Auffassung, eine durchaus künstliche und allzu heterogene Farne begreifende Schöpfung, indem sie in den Arten mit seitlich befestigtem Schleierchen und unverbundenen Seitennerven bestehen soll, während es mehrere Arten giebt, bei denen der Charakter der verbundenen und unverbundenen Nervchen schwankt, und während bei den unverbundenen Arten der Aufbau (kleine Pflanzen von einfacher Fiederung bis zu sehr grossen mit mächtiger 3 bis 4 fach componierter Fiederung) solche Verschiedenheiten aufweist, dass eine neue Gruppenabteilung absolut geboten ist.

Für unsere Flora beschränken wir die Gruppe auf die Arten mit mehrern (4 bis 10) getrennten Gefässbündeln des Blattstiels, die auf dessen Querschnitt als Punkte in einem nach oben geöffneten Bogen gruppiert sind und von denen die zwei obern die dicksten sind, und mit mittelständigen Sori und bleibendem Schleierchen. Es sind die Unter-Gruppen Filix mas J. Smith history of ferns (1875) 214 mit starkem, elastischem Blattstiel, der bedeutend kürzer ist als die länglich lanzettliche, wenig geteilte Spreite, und Dilatatum J. Smith cit. 215. mit schwachem, zerbrechlichem, längerm Blattstiel und breit ovaldeltoidem, stärker zerteilten Blatt von dünnerer Textur. Zur ersten gehört A. Filix mas und A. rigidum, zur zweiten A. dilatatum, A. spinulosum und A. cristatum.

27. A. Filix mas.

(Polypodium L. Spec. Pant. Ed. I 1090.) Swartz Schrader Journ. 1800. II 38. Luerss. 372. Aschers. 26.

Von den Formen, in denen dieser Farn bei uns vorkommt, ist die vorherrschende

Var. crenatum Milde fil. Europ. 119

welche Luerssen 377 mit Recht die typische nennt. Blattstiel kurz, Fiedern dicht stehend, auch die untern nicht weit auseinander gerückt, zwar verkürzt, aber wenig verbreitert, Fiedern fiederspaltig oft bis zur Rippe, aber die Abschnitte nicht auseinander gerückt, an der Spitze stumpf abgerundet, an den Seiten und an der Spitze mehr oder weniger tief gekerbt, an der Spitze meist tiefer gezähnt. Buchten zwischen den Abschnitten schmal oder null. Selten sind übrigens normale Formen mit sehr langem Blattstiel und in Folge Vorherrschens der untersten Fiedern deltoidem Blatt: Arnitobel Engelberg! Ob Vitznau!

Hab. Mit Athyrium Filix femina der häufigste Farn unseres ganzen Waldgebiets bis zur obern Bergregion, aber noch innerhalb der Baumgrenze aufhörend und in der obern Region hinter den geselligen Athyrien und Asp. montanum zurückbleibend. Auch einzeln im innern Wallis Vercorins *Wolf.* Zwischen Zermatt und Zmutt! Pralong und La Barma Hérémance 2000 m. *Wolf.* Gremenz *Wolf.* Saas Grundberg 2300 m. *Coaz.* Simplon Hospiz *Favre.* O. Engadin Roseg. Muntarütsch 1800 m. *Candrian.* Samnaun Compatsch 1600 m. *Coaz.*

Diese Form geht allmälich über in die zwei folgenden, höher entwickelten Schattenformen :

Var. deorsolobatum. Lastrea Filix mas var. Moore Gr. Brit. Nature-printed ferns 14 bis 17.

Sehr gross, Blatt 10 bis 12 dcm. lang, wovon auf den Stiel 3 bis 4 dcm. entfallen, 25 cm. breit, unterste Fiederpaare verkürzt, zuweilen entfernt stehend und an der Basis verbreitert, gefiedert, Fiederchen der untersten Fiedern länglich, tief gelappt. Mittlere und obere Fiedern lanzettlich zugespitzt, dicht stehend, 3 cm. breit, bis zur Spindel fiederspaltig, Fiederchen etwas auseinander gerückt, lanzettlich, stumpflich, unregelmässig gekerbt-gezähnt, Zähne (2 bis 3 mm. lang) oft unten gegen die Spindel herablaufend, mit stumpfen Öhrchen breit angewachsen.

Hab. Häufig in humusreichen beschatteten Bergwaldungen besonders in der Tannenregion und mit Mulgedium, Streptopus, Petasites albus und den Adenostyles in unsern feuchten Voralpen bei 1000 m. und darüber. Auch im Jura und Mittelland an geeigneten Stellen z. B. Krienser

Hochwald *Rob. Steiger.* Gurnigel *E. Burnat.* Vernans Lausanne *Favrat.* Lully *Jaccard.* Justi Thal *F. v. Tavel.* Engelberg! Binn 1400 m. *E. Fischer.* Filzbach: Wallensee *F. v. Tavel.* Chur *U. A. v. Salis.* Pontresina 1820 m. *Coaz.* Zwischen Filisur und Bergün *F. v. Tavel.* Aiguille de Baulmes Jura *F. v. Tavel.* Engi Schaffhausen *Schalch.*

Als Extrem in der Entwicklung ist zu betrachten:

Var. affine. (Aspidium Fisch. Mey. in Hohenacker Talüsch 10 ex Aschers. 27.) Var. incisum Moore Phytol. III 137 Luerss. 383.

Unterste Fiederpaare oft entfernt, verkürzt, verbreitert, oft bis 7 cm. breit, und alsdann unterste Fiederchen der Unterseite verlängert (Ähnlichkeit mit A. spinulosum) sehr tief gelappt, Lappen bis 1 cm. lang, oft etwas gezähnt; mittlere und obere Fiedern breit lanzettlich, 3 bis 4 cm. breit, gefiedert: Fiederchen meist etwas entfernt, an der Basis nicht geöhrelt, unterste auch nicht herablaufend, sondern gegen die Basis oft verschmälert, auch nach der Spitze verschmälert, oft spitz zulaufend, sämtlich tief eingeschnitten: Zähne 3 mm. lang, lanzettlich spitz. Diese grösste und am meisten geteilte unserer Formen ist sehr oft nur im untern Teil des Blattes deutlich entwickelt, während die grössere Hälfte desselben in deorsolobatum oder in crenatum übergeht.

Hab. Eher vereinzelt. Am schönsten ausgebildet sah ich sie aus Deutschland: Rückertsberg Geisa Rhön *Goldschmidt* (Wirtgen Pterid 116) und Gera Hainburg *Naumann.* Ähnlich auch von Boscolungo Toscana 1500 bis 1800 m. *Levier* und Bosnien *E. Brandis.* So auch die englische bei Lowe our native ferns I 254 Fig. 204 als v. dentatum abgebildete Pflanze.

Diesen Exemplaren nahe kommend folgende Schweizer Exemplare: Vauderens C. Freiburg *Favrat* Herb. Tripet. Aux Plans 1200 m. *Ros. Masson.* Pont de Nant *Wilczek.* Brünig! Gerschniwald und Arnitobel Engelberg! Kleiner zwischen Tæsch und Randa *Wolf.* Heilig Kreuz Binn 1900 m. *E. Fischer.*

Unsere Pflanze von Pont de Nant steht dem A. Goldieanum (Nephrodium Hook.) N. Amerikas sehr nahe: dieses hat noch breitere entfernter stehende Fiederchen, deren unterste verkürzt sind.

Eine besonders auffallende Form von affine hat sehr stark, um 1 bis 2 cm. entfernte bis 3 cm. lange und $^1/_3$ cm. breite tief gelappte Fiederchen, deren Lappen wieder gezahnt sind, und die gegen die Basis des Blattes sehr unregelmässig gestaltet und jedenfalls monströs deformirt sind.

Hab. Cornée Jura von Neuchâtel *Godet.*

Lusus Heleopteris. (Polypodium Borkh. Rœmers Archiv I 3. 319.) Milde Nov. Act. 27. 2. 510.

Schattenform, meist im Dickicht. Wie vorige oder auch wie deorsolobatum, aber Abschnitte breit lanzettlich dreieckig geschweift, aus breiter Basis nach der Spitze stark verschmälert, daher ebenso breite dreieckige Buchten lassend, tief grob und schleuderig gezahnt und oft bis zum Grunde unregelmässig gezahnt. Meist steril.

Hab. Zürichberg *Kæser.* Flims 1000 m. *W. Bernoulli.* Emmatten *L. Fischer.* Brünig! Weisstannenthal (fertil) *Wilczek.* Javernaz *Rosine Masson.* Clou (fertil) *Favrat.* Aux Plans (fertil) *Rosine Masson.*

Sublusus latipes. Moore Nature Printed Brit. ferns Octavo I. 192.

Klein, gedrungen, langgestielt, Stiel 20 bis 25 cm., Spreite fleischig, 40 bis 60 cm. auf 16 cm. oval deltoid, an der Basis ziemlich plötzlich oder auch gar nicht verschmälert, Fiederchen ähnlich Heleopteris, sehr gross, bis 1 cm. breit, oval zugespitzt, sichelig gebogen, unten herablaufend, geschweift gekerbt bis tief geteilt, Spitze der Spreite etwas monströs gekräuselt, Sori wenig zahlreich, nur in der Spitze, verkümmert. Genaue Analogie von Athyrium Filix femina v. latipes Moore. An demselben Standort:

Hab. Geschlagener Buchenwald bei Liestal! Ähnlich aber grösser Gera Stadtwald *Dr. Naumann* 13.

An die Form Heleopteris, weil meist bei dieser, aber auch bei andern Var. das A. Filix mas vorkommend schliesst sich

Lusus erosum. (Aspidium Schkuhr Krypt. I 46 Tab. 45.) Dœll Rhein flor. 16.

Ausgebildete Fiederchen wechseln mit verkürzten, einseitig entwickelten, oft tief ausgebissenen und fast auf Null reducierten. Analogie des Athyrium Filix femina multifidum. Durch teratologische Einflüsse hervorgerufen, zum Teil Frostform.

Hab. Z. B. Liestal! Cornée Neuchâtel *Ch. H. Godet.* Hinterer Bachtel *E. Benz.* Bantiger Bern *F. v. Tavel.* Roggenfluh *Schrœter.* Combes des Moulins Chaux-de-Fonds (fertil) *G. Bernoulli* 1856. Dôle *E. Ayasse.*

Eine Form von Küngeldingen Zofingen *H. Lüscher* hat nach oben bloss gelappte, nicht gefiederte Fiedern.

Eine solche von Schür Zofingen *H. Lüscher* hat Fiedern, deren obere Hälfte fehlt, mit 5 cm. langen Fiederchen, etwa 6 jederseits, stumpf, gross, fast gestielt, Basis verschmälert, oval rautenförmig. Offenbar teratologisch.

Var. pseudo-rigidum.

Durch Combination tiefer Zahnung und kleiner Fiederchen ausgezeichnet. Nicht gross, doppelgefiedert, Spindel reichlich abstehend be-

schuppt, Spreite ovallanzettlich in die Basis verschmälert. Unterste Fiedern abwärts nicht vorherrschend entwickelt. Fiederchen durch Abstände getrennt, klein: 1 cm. auf 3 mill., oval endigend, Basis nicht verbreitert, bis zur Hälfte jeder Fiederchenseite in abstehende, etwas nach vorn gebogene Zähne eingeschnitten, die an der Spitze öfters wieder spitz gesägt sind.

Habitus durch Kleinheit der Teile von Var. affine ganz verschieden, an A. rigidum mahnend, doch immerhin noch von doppelter Grösse. Auch an Athyrium Filix femina v. fissidens erinnernd.

Hab. Baden-Baden bei Gunzenhausen ein Ex! Aehnlich aber grösser bei Brennet Schwarzwald! Wohl auch in der Schweiz zu finden.

Var. subintegrum. Dœll flor. Bad. 27.

Pflanze meistens mittelgross bis klein. Bloss fiederspaltig, Abschnitte parallelrandig sich berührend, an den Seiten ganzrandig, nur an den stark gestutzten Enden feingezähnt. Milde fil. Europ. 119, der diese Var. sehr unpassend genuinum nennt, sagt von ihr: vulgare præsertium in regionibus borealibus. Dies ist ein Irrtum.

Hab. In ausgeprägter Form bei uns im insubrischen Gebiet und hier nicht selten: sonst sehr sparsam und wie zufällig unter v. crenatum. Trockene warme Standorte besonders an Mauern. In sehr charakteristischer Gestalt: klein 3 bis 4 dcm. lang, reich fructificierend, Spindel mit langen rotgelben Spreuschuppen zottig, Fiedern und Segmente fast dachziegelig genähert, letztere sehr klein, breitlineal, ganzrandig, nur am horizontalgestutzten Ende etwas gekerbt: Castanienwaldung des Malcantone: Novaggio, Astano und daselbst vorherrschend Oct. 1899! Mahnt an die extreme Form glandulosum Mild. fil. Eur. 123 von Corsica *Chabert*. Morcote Guidino bei Lugano *Wirtgen*. Lago di Muzzano *Knetsch*. Locarno *Mariani*. Bignasco und Fusio Maggia *Chenevard*. Ebenso ob Sondrio 500 m. *Coaz*. Brusio 700 m. *Coaz*. Val di Gerola S. von Morbegno Veltlin 2000 bis 4000′ *Brügger*. Orta *Wilczek* grosse Pflanze. Savoyen Les Echelles *Chabert* Soc. Dauph. 3939.

Versus subintegrum: Luzern *Rob. Steiger*. Oberhasle unter Handeck! Sur Vionnaz *Wolf*. Salvan *E. Ayasse*. Nur im obern Teil der Spreite versus subintegrum: Liestal!

Wiederum sehr deutlich im Gr. Baden: Mercur, Schloss und Yburg bei Baden-Baden *Dœll* Herb. Kneucker. Gunzenhausen! ob Brennet! Hofsgrund *Sickert*.

Var. attenuatum.

Diese Form gleicht sehr der von Luerssen in Bibl. Bot. Heft 28. 1894. Tab. 19 abgebildeten Frostform, zeigt aber keine Spur der Ver-

stümmelung der obern Fiedern, wie sie Luerssen's Abbildung darstellt, und bildet eine gut charakterisierte Var.

Kleine Pflanze, 3 bis 5 dcm. hoch, 10 bis 12 cm. breit, Fiedern entfernt, aus breitester Basis bis zur Spitze allmälich verschmälert, also dreieckig-lanzettlich, Abschnitte nach der Spitze zu ebenfalls allmälich verschmälert, lineallanzettlich, jederseits etwa 15 bis 20, kammförmig dicht meist seitlich etwas gezahnt, reichlich fructificierend.

Hab. Verbreitet bes. in der höhern Region: ob Lac Tanay 1700 m. Baumgrenze! ob Vernayaz *Wolf.* Herrenrüti Engelberg! Pierreuse Château d'Oex *Favrat.* Morcles *Ph. Paiche.* Liestal C. Basel mit Indusien die sich der Var. paleaceum nähern! Chaux-de-Fond *Sire.*

So auch von Unteressendorf Württemberg *Dr. Probst.* Isle of Wight England Hb. Kew.

Was unser attenuatum im Verhältnis zu crenatum, ist f. tenuisecta Kaulfuss Pteridoph. nördlich. Jura S. 15 im Verhältnis zu deorsolobatum: nämlich eine diesem durch tief geschnittene und etwas auseinander gerückte Fiederchen angehörige, aber äusserst schmale Form, deren Fiederchen nur 3 bis 5 mm. breit sind.

Hab. Nürnberg *Kaulfuss.* Wohl auch bei uns zu finden.

Die oben erwähnte Frostform Luerssens bei Liestal! 1900.

Var. paleaceum. (Mett. Abh. Senkenberg. Ges. II 55.)

Diese Form beruht nicht auf Eigenschaften des Aufbaus, sondern lediglich des Indusiums, welches oft aber nicht immer klein, nicht flach und hinfällig, sondern bleibend und lederig hart ist, und den Sorus der Art überwölbt, dass der Rand des Indusiums auf der Blattfläche ruht und nur durch seitliches Einreissen des Randes zuletzt der Sorus Luft bekommt. Farbe des Indusiums meist grau oder tief rotbraun.

Diese Var. kommt bei grossen und breiten stark spreuhaarigen, aber auch bei andern Formen vor.

Hab. In ausgeprägter Form selten und ganz einzeln. Novaggio Oct. 1899!

Auch aus den Seealpen *Bicknell.* West Coves Isle auf Wight Hb. Kew. Madeira *Moniz.*

Versus paleaceum, mit kleinen braunen weniger entwickelten Indusien Baden-Baden *M. Lange.* Zastler Schwarzwald *Lœsch.*

Übrigens treten solche bleibende, übergreifende Indusien auch bei andern, uns fremden Var. des A. Filix mas auf. So ganz normal bei der Subspec. A. elongatum Sw. syn. A. durum Lowe Madeira's, und am stärksten bei der Subspec. A. chrysocoma Christ. Bull. Boiss. VI. 12. Dec. 1898. 966. W. China's *Henry.* Ferner bei A. argutum Kaulf. N.-W. Amerika's

Durch ihre Bekleidung zeichnet sich aus

Var. setosum.

Blatt kurz gestielt, weich, sehr hellgrün, 40 auf 25 cm., breit oval, aus der Mitte nach oben und unten verschmälert. Abschnitte schmal, 1 cm. lang, dicht stehend fast ganzrandig oder fein gesägt, nach dem Ende etwas verschmälert. Blatt durchweg von feinen zum Teil drüsigen Spreuhaaren pubescierend. Sori klein, blass. Indusium klein, ganzrandig wie beim Typus.

Hab. Kehrsiten Uferwald! Hohe Rohnen *Schulthess* in Hans Siegfried Schulherbar. In der Bekleidung ähnlich dem Var. glandulosum Milde von Corsica, aber in der Tracht davon total verschieden.

Areal der Art.

Weit verbreitete, in eine Menge von Formen zerfahrende Waldpflanze.

1. Unsere geschilderten Formen kommen, mit Vorherrschen der Var. crenatum, in ganz Europa vor und gehen auch nach den atlantischen Inseln und Abessinien. Auf den Canaren findet sich in Var. Canariense (Aspidium Al. Braun Flora 1844. 708) die entwickeltste Form mit reichlich dreifach gefiederten Blättern, wozu unsere Var. affine (incisum) nur einen schwachen Anlauf nimmt.

Unsere Formen sind weiterhin zu verfolgen durch N. Asien bis China und Japan, wo Faurie die Var. crenatum und deorsolobatum in deutlicher Gestalt sammelte, dann nach dem Himalaya und S.-O. Asien.

Schon in China und Japan, noch mehr aber in den letztgenannten Gebieten treten aber allmälich grössere, entwickeltere Subspecies auf; immerhin ist in S. Indien *(Mez),* Celebes *(Sarasin)* und den Sandwichs-Inseln *(Baldwin)* eine Form zu Hause, die sich nur durch grössere Dimension und stärkere dunklere Beschuppung von unserer Var. subintegrum unterscheidet.

2. S. Afrika hat die Subspec. elongatum Sw., die auch zu den Mascarenen hinübergeht.

3. In N. Amerika ist die Art in der Var. crenatum nur als Seltenheit in Canada und Vermont *Faxon* und neuerdings in Colorado *Jones* gefunden.

4. Dagegen ist dieselbe grosse Form der Var. subintegrum, die auch in S. Asien auftritt, in den Anden von Mexiko *Schumann* bis S. Brasilien *Schwacke* vorhanden.

Alsdann aber kommt in den nördlichen Vereinigten Staaten das grosse A. Goldieanum (Nephrodium Hook) vor, welches sich direkt an die Var. affine (incisum) anlehnt und sich nur quantitativ von ihr unterscheiden lässt, nämlich durch Fiedern, die nach Basis und Spitze mehr verjüngt, also breit lanzettlich und gröber gezahnt sind.

Im tiefern S. Amerika und in Australien fehlt die Art.

A. Filix mas × spinulosum.

A. Braun in Doell. fl. Bad. 30 ex parte. Aschers. 35. ex parte. A. remotum. A. Braun. Verjüngung 329 ex parte. Luerss. 394 fig. 144.

Spreite schmal: 12 cm. Fiedern, besonders untere, entfernt gestellt, aus breiter Basis verlängert, dreieckig, kurz (6 cm.), Fiederchen kaum 1 cm. lang, 4 – 5 mm. breit, ovallanzettlich, an A. rigidum erinnernd, durch ganz kurze Abstände getrennt, ovallänglich, eingeschnitten grob doppelt gezähnt, Zähne scharf.

Schuppen des Stiels ungleich: ovale grössere mit schmallanzettlichen gemischt, sehr wenig zahlreich, blass gelb-braun.

Von A. spinulosum durch verlängertes Blatt, weniger entschieden vergrösserte unterste Fiederpaare, zahlreichere mehr gleichmässige Fiederchen mit kürzerer Zahnung;

Von A. Filix mas durch dünneren zerbrechlichen Stiel, schmaleres Blatt, entferntere dreieckig nach der Spitze verjüngte Fiedern und sparsame Beschuppung des Stiels verschieden.

Hab. Liestal Baselland mit den Eltern 3 Stöcke August 1899!

Dieselbe cultiviert im botanischen Garten von Strassburg seit A. Braun's Zeit c. *Flückiger.*

Ebenso « e Geroldsau oriunda stirps » *A. Braun* (man. propr.) Herb. Christ.

A. Filix mas × dilatatum.

A. Filix mas = spinulosum A. Braun cit. et Aschers cit. ex parte. Luerss. 394 ex parte. A. remotum var. subalpinum Borbas ex Luerss. 402.

Pflanze um die Hälfte grösser als A. Filix mas × spinulosum, Spreite relativ breiter, 60 cm. auf 18 bis 20 cm., mittlere und obere Fiedern

Fig. 27. Aspidium Filix mas × dilatatum

länger, bis 12 cm. an der Basis wenig verbreitert, lanzettlich, weniger

entfernt, nach oben dicht gestellt, Fiederchen durch deutliche Abstände getrennt, unter einander ziemlich gleich, spitz oval, 1, $1^1/_2$ und bis 2 cm. lang und $^2/_3$ cm. bis über 1 cm. breit, untere tief eingeschnitten gezähnt und Zähne scharf klein gezähnt. Stiel derber als bei voriger Form, ähnlich A. dilatatum, zerbrechlich, Schuppen zahlreich, abstehend, pfriemlich lanzettlich, hell- bis tiefbraun, mit einigen grossen ovalen gemischt, ohne deutlich verdunkeltes Centrum.

Von A. Filix mas durch die relativ breiten scharf fast grannig gezähnten, durch Abstände getrennten Fiederchen und die länger gestielte an der Basis deltoide Spreite sofort zu erkennen.

Hab. Oben im Haltiwald bei Kriens, bezeichnet als « Riesenexemplar von A. spinulosum » *Rob. Steiger* Herb. Lucern. Stadtwald b. Winterthur *Hirzel* Herb. Schalch.

Dieselbe: « Planta unica prope Aachen autumno ann. 1859 reperta et in Horto Berolin. transplantata ubi adhuc vegetat. 1876. » ex. herb. A. Braun in Rabenhorst Crypt. vasc. Europ.

Schwarzwald: Oberriederthal *Thiry.* St. Wilhelm *Thiry. Loesch.* Zastler *Loesch.* In dieser Gegend in namhafter Anzahl ca. 50 Stöcke vorhanden ex Loesch.

Saargebiet Montclair *Korkum* c. Wirtgen.

Am nächsten an Filix mas tritt die Farn von Rottenburg, Tirol. *Woynar:* Fiedern wenig entfernt, Fiederchen sich berührend, nur noch durch Form und Zahnung der letztern an dilatatum mahnend.

28. A. rigidum.

(Polypodium Hoffm. Deutschl. fl. II, b) Swartz Schrader Journ. 1800, II, 37. Luerss. 403. Aschers. 29.

Bei dieser Art sind, ähnlich A. cristatum, die fertilen Fiedern nicht horizontal, sondern schief zur Spindel und zugleich etwas aufrecht gestellt. Sie variiert nicht wesentlich, nur hie und da kommen grössere, an der Basis stärker doppelt gefiederte Blätter vor (dies wohl die forma meridionalis Milde fil. Europ. 127); ferner solche, deren Fiederchen scharf kammförmig einfach gezahnt sind: dies eine sterile, wohl etwas monströse Gestaltung.

Hab. Bewohnt oft gesellig die offene subalpine und Alpenregion der äussern Kalkalpen von Ost nach West auf steinigen buschigen Abhängen, namentlich den Karrenfeldern und scheint an Kalk und Dolomit gebunden. Selten und nur an Felswänden tiefer herabsteigend. Ebensoselten in den innern Alpenketten.

1. Nördlicher Alpenzug: Saxer Lücke Appenzell *F. Schneider.* Ex. sehr tief und fein gezahnt. Messmer. Rossmahd, Menschlein, Appenzell *W. Bernoulli.* Vorderrhein-Thal *Custer.* Rautispitz Glarus *F. Schneider.*

Churfirsten *Schroeter*. Wäggithal Oberalp 1500 m. *Suppiger. Jaeggi.* Melchalp, Schratten *Rütimeyer. Brügger.* Schrattenfluh, Karrenfelder *Herb. Lucern.* Stoss *Rhiner*, Mythen *Bamberger, Rhiner, Eggler.* Alp Sali gegen Uri *Rhiner.* Guggenfluh Sihl-Thal *Brügger.* Kinzigpass Uri, 5000—6000′ *Brügger.* Pilatus 1850 m. *Jaeggi, Christ, W. Bernoulli.* Faulhorn 6000—7000′ *Guthnick.* Axalp Faulhornkette 1750—1900 m. *W. Bernoulli.* Justis-Thal *F. v. Tavel.* Alpthal Schwyz *R. Schinz.* Stockhorn 6000′ *Fischer-Ooster.* Ganterisch *D. C. Brunner* 1808 Herb. Bernens. Gastlose 1700 m. *Wilczek*, Mortais *L. Fischer.* In den Bergen der Gruyère an mehreren Orten nach Cottet und Castella Guide du bot. C. Fribourg 1891. Bouëllaire sur Bex *Thomas.* Lavaraz *Tripet. Favrat.* Col des Essets *Lerch.* Paneyrossaz *Haller* fil. Col d'Essert Anzeindaz *Vetter.* Planaz, Parey, Chateau d'Oex *Leresche, Favrat.* (Tour de) Mayen *Burdet.* Martinets 1700 m. *Christ.* Grammont 1800 m. *Jaccard.* Tanay 1800 m. *Wilczek.* Mortenne sur Vouvry, Novil sur S. Gingolf, Fontaine blanche sur Morgins *Wolf.* Savoyen: Vergy *Fauconnet*, Brison glacière *Bourgeau.*

2. Salève u. Jura: Salève Sommet *Chavin. Theobald* Hb. G. Bernoulli. Grand Piton *E. Ayasse.* Thoiry *Dupin.* Reculet crêt des neiges *Reuter. Jeanjaquet.* M. d'Allamogne *Michalet* 700 m. Rochers au Pré de Bière Jura Vaudois 1872 *Vetter.* N. de Marchairuz *Vetter,* sehr grosse, der v. meridionale Milde ähnliche Ex.

3. Südliche Voralpen: Grigna *Reuter* 1859, Schroeter *W. Bernoulli.* Resegone *W. Bernoulli*, bis jetzt noch nicht auf unserm insubrischen Gebiet nachgewiesen.

4. Innere Alpen: Trützithal Ober-Wallis *Jaccard,* sehr grosse, tief eingeschnittene Form. Sanetsch: Glacier de Sanfleuron *E. Burnat.* Plan-nevé *Schleicher.* Herb. Haller fil. Source de la Sionne *Wolf. Besse.* Chapieu derrière le Montblanc herb. *Reuter.* Alpe de Cheville und Susanfe *Wolf.* Gürgaletsch bei Parpan *F. Schneider.*

Areal der Art.

Aussere Alpenketten von Siebenbürgen und Macedonien *Dieck* zu den West-Alpen, Col delle finestre *Bourgeau*, Pyrenäen, Grossbritannien.

Das mit ihr als Var. vereinigte Asp. pallidum (Nephrodium Bory Exped. Morée 287) Link. Spec. fil. 107 ist eine, auch durch biologische Merkmale verschiedene Subspecies der heissen Küsten- und untern Bergregion des Mittelmeerbeckens von Kleinasien bis Algerien und Süd-Spanien.

Das mit ihr zusammengeworfene Asp. argutum Kaulfuss Enum. fil. 242 Californiens, das ich schon lange Jahre neben unserm A. rigidum cultiviere, ist sehr energisch verschieden.

Das von den englischen Autoren und Aschers. 31 citierte Vorkommen der Art in Afghanistan bezieht sich nicht auf unser alpines A. rigidum, das (Hope mss.) in Indien ganz fehlt, sondern auf A. odontoloma (Moore), das dem A. pallidum näher steht, als unserm alpinen A. rigidum.

Nahe unserer alpinen Art steht A. barbigerum (Hook) syn. Nephrodium Falconeri Hook. Cachemir's *Levinge, Trotter*, und kann als Homologon gelten, immerhin sind die Unterschiede sehr erhebliche.

29. Aspidium dilatatum.

(Polypodium Hoffm. Deutschl. Fl. II. 7. 8.) Smith. fl. Brit. 1125.
A. spinulosum. var. resp. Subsp. dilatatum Sw. Syn. fil. 54. Luerss. 439. Aschers. 33.

Aspid. spinulosum Sw. in Schraders Journ. 1800 II 38 umfasst bekanntlich A. spinulosum Smith cit. 1124 oder A. spinulosum genuinum (Nephrodium Roeper flor. Mecklenb. I. 93) und das Asp. dilatatum. Conventionell wird ersteres als Typus vorangestellt. Allein es scheint mir richtiger, diesen Rang dem A. dilatatum zuzugestehen, weil es nicht nur die allseitig am vollsten entwickelte, sondern auch die verbreitetste Pflanze ist. Im ganzen Waldgebiet Europas und N. Amerikas dominirt entschieden A. dilatatum, und nur im nördlichen Flachland Deutschlands tritt es etwas hinter A. spinulosum zurück. Vollends in der Schweiz ist letzteres entschieden spärlicher, und findet sich nur zerstreut und in kleinen Gruppen im untern Waldgebiet, während A. dilatatum gesellschaftlich und massenhaft bis in den hohen Bergwald auftritt.

Was die Charaktere betrifft, so steht in Allem: den Dimensionen, den Schuppen, dem Grade der Zerteilung, A. spinulosum zurück und bildet eine entschiedene schwächere Ausprägung. Zugleich zeigt es eine gewisse Hinneigung gegen A. cristatum.

A. dilatatum ist eine grosse Pflanze mit grossen braungelben in der Mitte dunkelbraunen Spreuschuppen des Blattstiels. Dieser ist halb so lang oder doch stets kürzer als die überhängende Spreite. Diese ist 8 dm. lang und länger bei 4 bis 5 dm. breite, deltoid bis länglich deltoid und verlängert oval; Fiedern genähert in fast gleichmässigen Abständen, lang zugespitzt; unterste bis dreifach gefiedert, lang zugespitzt, Fiederchen tief eingeschnitten, letzte Abschnitte tief weichgrannig gezahnt. Sori gross, Indusium gross, drüsig gewimpert.

Hab. Einer der gemeinsten Waldfarne, fehlend in der warmen Hügelregion, besonders häufig aber vom Beginn der Tannenregion und bis an deren obere Grenze, gesellig den beschatteten Waldboden überziehend, gemischt mit den Athyrien. Zurücktretend aber nicht fehlend in der Lärchenzone von Wallis und Graubünden.

Beispiele subalpiner Standorte:

Wallis: Trützithal O. Wallis *Jaccard*. Binnthal 1800 m. *E. Fischer*. Graubünden: Avers Ferrera 5000' *Brügger*. Churwalden 4000' *Brügger*. Samnaun *Kæser*. Muntarütsch 1800 m. O. Engad. *Candrian*.

Tessin: Val di Frodo S. Gottardo *Franzoni*. Bernardino *Franzoni*. Camoghé. Campo sotto le Case dei Pedrazzini. Tamar *Franzoni*. Piora 1900 m.!

Eine sehr kleine fructificierende Alpenform. 2 dm. hoch O. Engadin. Charnadüra 1800 m. *Candrian*. La Barma Val des Dix und Pralong Hérémance *Wolf*. Mauvoisin Bagne *Wolf*.

Unsere normale Form ist die Var. deltoidea Milde fil. Europ. 137 mit deltoid von der Basis zur Spitze verjüngter Spreite.

Var. oblongum. Milde cit.

Meist höhere Bergform: Spreite verlängert oval bis breit eilanzettlich, 4 dm. auf 1 dm., Ränder fast parallel, Fiedern zahlreicher: 16 bis 18 Paare, Pflanze dreifach gefiedert, untere Fiedern kürzer, alle etwas aufgerichtet, Fiederchen entfernt, die dritter Ordnung sehr tief eingeschnitten, sehr schmal, lineal, spitz.

Wenn unsre Schweizerformen im Vergleich zu den Mittel- und Norddeutschen (Gegend von Gera l. Dr. Naumann) überhaupt schmäler zerteilte Fiederchen haben, so steigert sich diese Zerteilung an dieser Var. so sehr, dass bei der stark verlängerten Spreite eine starke habituelle Ähnlichkeit mit Athyrium entsteht, wie sich denn auch in den Herb. manche Ex. unter dieser Bezeichnung finden. Diese stark schmallappige Form ist Var. alpinum. Moore ex. Lowe our native ferns I 302 fig. 247.

Hab. In Alpenwäldern. Ritomsee Piora i. Alpenrosengebüsch 1890 m! Gletsch 1900 m. *Coaz*. St. Moritz *E. Burnat*. Bagne *E. Burnat*. Ganz gleich aus Schottland Perthshire *Ch. Clarke*.

Ähnlich auch Schächenthal *F. v. Tavel*. Schlucht am Lac Tanay! Lochje Binn 1750—1800 m. *E. Fischer*. Pont de Nant *Wilczek*.

Frostform mit sichelig einseitigen Fiederchen 1600 m. *Wilczek*.

Ebensolche mit schmalen ausgebissenen Fiederchen und dadurch an den Rand gerückten Sori (Lusus Dicksonioides) Feldsee Schwarzw. *Förster*.

Var. dumetorum. (Moore nat. printed. Brit. ferns Ed. octavo I 48.

Schwache Pflanze. Blattstiel fast so lang als die Spreite. Spreuschuppen blass, kaum oder nicht dunkler im Centrum. Spreite 2 dm. auf 1 dm., oval deltoid, unterstes Fiederpaar kaum breiter als das mittlere, Fiedern lanzettlich, in fast gleichen Abständen, genähert, Fiederchen etwas entfernt stehend, länglich oval, Zahnung kaum zur Hälfte der halben Lamina eindringend, zusammenneigend, oft einfach.

Diese schwache Form ist es, welche man als Verbindung des Typus mit A. spinulosum ansehen kann; immerhin sprechen die genäherten und verlängerten Fiedern mehr für A. dilatatum.

Hab. Vereinzelt mit der Normalform: Grosmont Gruyère! Abländtschen Alp Gruben 1600 m. *Schrœter u. Wilczek.* Pfäffikonsee *Wilczek.* Niederurnen Glarus *Baumann.* Bachtel Gyrenfeld *Brügger.* Forêt de Joux Jura *Jeanjaquet.* Sur Vionnaz *Wolf.* S. Bernardino *U. A. v. Salis.* Val Furva *U. A. v. Salis.* Schleitheim *Schalch.* Liestal!

Diese Form habe ich auch aus England. Hb. Kew. und N. Amerika Niagara Hb. Kew. und aus dem bad. Schwarzwald Bermersbach *Kneucker.*

Var. Chanteriae. Moore nature Printed Brit. ferns octavo I 45.

Form mit verlängert ovaler in eine lange Spitze ausgezogener Spreite, die bloss doppelt gefiedert ist, mit breit gezahnten Fiederchen, ausgenommen die zwei untersten Fiederpaare, deren unterste Fiederchen verlängert und fast zur Rippe eingeschnitten sind. Fiedern und Fiederchen sehr entfernt, der Habitus dadurch sehr verändert.

Hab. Pont de Nant *Wilczek.* Lac Tanay 1426 m. *Wolf.*

Ganz ähnlich Gera *Naumann.*

Lusus recurvatum. Lasch verh. B. ver. Brandenburg II 80.

Normalform mit convexen Abschnitten, deren Ränder und Zähne stark nach unten eingebogen bis zusammengeklappt sind. Farbe meistens etwas dunkel.

Analogon des Lus. Rhaeticum bei Athyrium Filix femina.

Hab. Häufig unter der flachen Form, auch oft nur an einzelnen Blättern derselben.

Areal der Art.

1. Waldfarn von ganz Europa, namentlich auch der südlichen Gebirge und des subarctischen Gebiets. In N. Asien, namentlich in China und Japan, treten etwas abweichende Subspecies auf. In S. Asien und schon im Himalaya fehlt die Pflanze; über die Balkanhalbinsel und das nördl. Kleinasien geht sie in dieser Richtung nicht hinaus.

2. In N. Amerika in identischer, meist aber in einer Form mit schmalern und kürzer gezahnten Fiederchen, die auch auf Madeira *Kny. Favrat, Moniz* vorkommt.

3. Sehr nahe verwandt ist A. inaequale (Nephrodium Hook.) S. Afrikas und A. spinulosum Cordemoy fl. Isle Réunion 76 von der Réunion.

30. Subspec. A. spinulosum.

(Polypodium fl. Dan. 12. 7. 707.) Smith fl. Brit. 1124.
A. spinulosum genuinum (Nephrodium Roeper z. Flora. Mecklenb. 93.) Milde fil. Eur. 132. Luerss. 433.
A. spinulosum Subspecies A. euspinulosum Aschers. 32.

Unterscheidet sich von A. dilatatum durch kleinere Dimensionen, in der Mitte nicht verdunkelte Schuppen des Blattstiels. Dieser ist ungefähr so lang als die aufrechte Spreite. Spreite doppelt gefiedert, 4 bis 6 dm. auf 1 bis 2 dm., aus deltoider Basis eilanzettlich, Fiedern kurz zugespitzt, unterste Fiederpaare entfernt, oft um ihre Breite, dreieckig aus sehr breiter Basis und untere Fiederchen der Basis stark vergrössert, mittlere Fiedern an der Basis ebenfalls stark verbreitert, oval-dreieckig. Fiederchen nur grob doppelt gezähnt, nicht fiedergeteilt. Die sterilen Blätter haben mehr genährte und etwas tiefer geteilte Fiedern und Abschnitte und ähneln oft denen von A. dilatatum. Die Sori sind kleiner, oft nur punktförmig, das Indusium klein, mit kahlem oder wenig drüsigem Rande. Grosse Ex. werden als A. exaltatum Lasch verh. B. v. Brandenb. II 1860. 79 bezeichnet, verdienen aber die Trennung als Varietät durch keine Besonderheit.

Hab. In der Schweiz zerstreut und ziemlich verbreitet, doch einzeln oder in kleinen Gruppen, dem eigentlichen Hochgebirg fast fehlend. Waldpflanze des Buchenwaldes, auch an Torfmooren. Katzensee *Rosine Masson.* Robenhausen *F. v. Tavel.* Einsiedeln 875 m. *F. v. Tavel.* Uto *Kaeser.* Rothenthurm *Brügger.* Stadtwald Winterthur *Hirzel.* Meyenmoos b. Burgdorf. *L. Fischer.* Luzern Herb. Lucern. Brünig! Hohe Rohne *Eggler.* Töss-Stock C. Zürich *G. Hegi.* Vögelisegg *Schlatter.* Tourbière de Gourze und Vernand dessus *Favrat.* Sauvabelin *Favrat.* Château d'Oex *Dupin.*

Sagnettes Jura Neuch. *Lerch.* Planchettes *Sire.* Cornée *Godet.* Liestal!

Höhere Lagen: Champey 1400 m. *Wolf.* S. Gottardo *Franzoni.* Fusio *Chenevard.* Tenero *Franzoni.* Muntarütsch O. Engadin 1700—1800 m. *Candrian.* Im Unterengadin giebt Killias flor. Unt. Eng. 1887/1888 nur A. dilatatum an.

Var. elevatum. A. Braun in Doell. Rhein. flor. 18 und fl. Bad. 31.

Sehr bemerkenswert durch Annäherung an A. cristatum. Blatt steif aufrecht, Spreite parallelrandig, am Grunde gleich breit, untere Fiederpaare sehr entfernt, Fiedern aufwärts gerichtet (daher der Name) Fiederchen genähert, kurz, spitz oval, seicht aber scharf gezahnt.

Hab. Form der Torfmoore, öfters zusammen mit A. cristatum. Katzensee *Rosine Masson.* Robenhausen *H. Schinz.* Inkwyl *Du Commun.* Meyenmoos b. Burgdorf *L. Fischer.* Gümlingen - Moos Bern *Guthnick.* Rothsee Luzern Herb. Luzern, Geissboden Zug *Bamberger.* Bois de la ville

Lausanne! 1856. Tourbière de Gourze *Rosine Masson.* Dôle *Wilczek.* Joux du Plane *Godet.* Provins *E. Bouteiller.* Marais de Noiraigue *Lerch.*

Versus elevatum Brünig! Seegräben Zürich *H. Schinz.*

Areal der Subspecies spinulosum:

1. Waldfarn tieferer Lagen von Mitteleuropa, auch der Flachländer, nicht der höhern Gebirge, nicht des höhern Nordens, und nicht oder nur ausnahmsweise im Gebiet südlich der Alpen. Aus N. O. Asien habe ich die Pflanze nie gesehen.

2. In N. O. Amerika in sehr ähnlicher Form.

31. A. cristatum.

(Polypodium L. Spec. Plant. Ed. I, 1090 ex parte.)
Swartz in Schrader Journ. 1800 II, 37. Luerss. 412.

Aschersen's 30 Unterordnung dieser Art unter eine Gesamtart mit A. spinulosum und dilatatum ist als phylogenetische Hypothese sehr berechtigt, aber zur Zeit verfrüht.

Bei der häufigen Verwechslung mancher anderer Farne (selbst von Athyrien!) mit dieser in der Schweiz seltenen Art in den schweiz. Herb. ist eine kurze Charakteristik nicht ganz überflüssig.

Durch die schmale, breit lanzettlich-parallelrandige Spreite und die kurzen, breit dreieckig länglichen, stumpflappigen Fiedern sofort kenntlich. Pflanze kahl, derbkrautig, gelbgrün, Schuppen des Stiels hell, dünn. Pflanze etwas dimorph; sterile Blätter kürzer, mit breiten stumpfen Fiedern. Fertile Blätter: Stiele straff, 20—30 cm. lang. Spreite schmal länglich, parallelrandig, 30—50 cm. lang, 8 cm. breit. Fiedern sehr kurz gestielt, unterste sterile Paare entfernt, verkürzt, breit dreieckig, fast herzförmig, tief eingeschnitten, untere hintere Lappen am grössten. Obere fertile Fiedern aus breiter Basis dreieckig länglich, zur Blattfläche senkrecht und etwas aufwärts gestellt, mit 6—10 tiefen, rundlichen, ohne Bucht sich berührenden Lappen; diese gekerbt bis scharf doppelt gezahnt. Sori gross, 8 in jedem Lappen, sich zuletzt berührend. Indusium gross, kahl, bleibend. A. spinulosum v. elevatum unterscheidet sich namentlich durch die von Buchten getrennten, spitz ovalen, bis zur Spindel eingeschnittenen Fiederchen.

An allen Standorten kommen zwei Formen vor:

var. crenatum

mit sehr seicht und stumpf gekerbten Lappen. Vorwiegend am sterilen Blatt.

var. serratum

mit ziemlich tief doppelt eingesägten Lappen und scharf zugespitzten Zähnen.

Hab. Pflanze alter Torfmoore, weniger im Wasser selbst, als an den Wurzeln der Erlen und anderer Holzpflanzen. Sehr zerstreut und spärlich an den nach und nach aussterbenden Mooren des schweizerischen Plateau, und auf je einem kleinen Gebiet des Jura und des Rhonethals.

1. Plateau: Thurgau Bischofszell *Wegelin* 1881. Östlicher Teil des Hudelmooses, der zu Hagenwil gehört, reichlich 1893 nach O. Naegeli. Nieder-Wetzikon *E. Benz, Jaeggi* 1891. Robenhausen *Jaeggi, F. von Tavel* 1890. *M. Rikli* 1897. Wauwyler-Moos, Luzern. *Suppiger* Herb. Lucern. *Lüscher.* Löhrmoos, Kt. Bern, *L. Fischer.* Schmidtmoos bei Amsoldingen *Vulpius. Fischer-Ooster.* Tourbières de Reutigen près Thoune 615 m. *H. A. Romieux* 1891.
2. Jura: Tourbières des Ponts, Neuchâtel, *A. Mermod.*
3. Muraz-Vionnaz, marais, Bas-Valais 1891 *Jaccard.* Vouvry *Wolf.*

Areal der Art.

Eine Pflanze der interglacialen aber nicht arctischen Gruppe und der Waldmoore, nach S. rasch verschwindend:

1. Nördliches Europa, vom östlichen Russland nach Nord- und Mitteldeutschland, aber nicht in den hohen Norden vordringend, auch nach S. rasch abnehmend und bei uns ihre allgemeine Südgrenze erreichend, die nur auf wenigen sporadischen Punkten in Oberitalien (Aschers. 31) überschritten wird. Im nordöstlichen und nordwestlichen Frankreich (Abbeville *De Martrins Donos*, Senlisse *Chatin*, Dampierre, Seine et Oise *Rouy*) hat sie ihre südwestliche Grenze. In unserer Nachbarschaft bei Freiburg i. B. Mooswald *Thiry* und im französischen hohen Jura nach Magnin.

   Flieht die Alpenkette und verhält sich ähnlich wie Trientalis, Betula humilis, Salix myrtilloides, Calla palustris, Ledum, Juncus squarrosus, Isoetes etc. Meist mit A. spinulosum zusammen, mit der sie reichlich Bastarde bildet.
2. Im östlichen Nordamerika verbreitet.

   In Japan in einer gegen A. Filix mas hingehenden Subspecies A. transitorium Christ. Bull. Boiss. VII, 11. Nov. 1899, 822 *Faurie.*

   Verwandt auch ist A. Floridanum Hook. Fil. exot. 99 der südl. Verein. Staaten.

A. spinulosum × cristatum.

Lasch. bot. Zeit. 1856. 435. Luerss. 421.
A. cristatum × spinulosum Aschers. I. 34.

Unsere Schweizer Pflanze steht näher dem A. spinulosum Var. elevatum als die bei Luerssen 421, Fig. 153 abgebildete und, wie es scheint, in Deutschland ziemlich oft inter parentes auftretende Pflanze, indem die Fiederchen von einander entfernter stehen und die Zerteilung derselben etwas beträchtlicher ist. Im übrigen ist die Mittelstellung zwischen beiden Arten unverkennbar und namentlich die Schmalheit der Blattspreite und die breitdreieckige Form der untern Fiedern an cristatum erinnernd.

Stiel so lang als die Blattspreite, 2½ dcm., Spreite länglich lanzettlich, Basis etwas breiter; etwa 12 entfernt stehende Fiederpaare, die fiederspaltige Spitze ungerechnet; Fiedern rechtwinklig zur Spindel gestellt; untere Fiedern breitdreieckig, die basalen Fiederchen stark entwickelt; untere Fiederchen oft fast bis zu ihrer Breite von einander entfernt, bis über die Hälfte hinein kurz grannig doppelt gesägt, untere bis zum Grunde eingeschnitten.

Hab. In Turfosis Schmittmoos pr. Amsoldingen. Juni 1851. *Fischer-Ooster.* Herb. Bern.

Dieselbe Stufe auch vom Lindenweiher bei Unteressendorf (Württemberg). Dr. *Probst* 1891.

A. perspinulosum × cristatum.

Eine dem A. spinulosum Var. elevatum noch näher stehende, aber immer noch mit dem Verdacht der Hybridität behaftete Pflanze hat eine Spreite von 40 cm. bei bloss 10 cm. Breite, circa 20 Fiederpaare, die weniger entfernt stehen als bei voriger; die untersten sind länglich dreieckig und etwas stärker abwärts entwickelt; die Fiederchen gleichen denen des A. spinulosum F. elevatum, sie sind einige Millimeter auseinander gerückt, oval, fast einfach und etwas grannig gezahnt, mit breiter, ungeteilter Mittelfläche, nur die untersten tiefer und hie und da zum Grunde eingeschnitten.

Hab. Robenhausen. F. *v. Tavel.*

Dieselbe Stufe liegt mir vor von Nienstedt (Hannover) 1887 *Beckmann;* sie stimmt auch völlig überein mit A. Boottii Tuckerm. bei Asa Gray Manual Ed. 2. 598 von Boston *C. E. Faxon.*

§ Hemestheum.

Newman the Phytologist 1851, Append. 22.
M. P. Parmentier, Recherches in Annal. Sciences Nat. Bot. van Nieghem IX. 19. 318.

Eine von den Lastreen unserer Flora vorzüglich gut sich abspaltende Gruppe: durch 2 bandförmige, sich im obern Teil des Stieles in einen rinnenförmigen Strang vereinigende Gefässbündel des Blattstiels, durch dünne Textur, relative Kahlheit oder Drüsigkeit und Seitennerven der fertilen Blattabschnitte, die an beiden Gabelästen einen Sorus tragen. Schleierchen klein, vergänglich, drüsig.

Abschnitte der Fiedern ganzrandig.

32. A. montanum.

(Polypodium Vogler Dissert. Giessen 1881.) Aschers. fl. Brand. 3. 133. Synops. I. 25. Luerss. 366.
A. Oreopteris (Polypodium Ehrh. crypt. 22). Swartz Schrad. Journ. II. 35.

Hab. Ein sehr verbreiteter Farn in unserer montanen und subalpinen Region, häufig namentlich von der obern Buchenregion zur Tannengrenze, im Walde so gut als am Waldsaum und auf buschigen Weiden, wo er oft dichte Bestände bildet. Fehlt im warmen Hügelgebiet.

Auch im Tavetsch *A. Meyer.* Ober-Engadin, Val Bevers, *M. Candrian.* Wallis: Commun dans le Haut-Valais: Binnenthal, Oberthal, Niederthal, etc. *Jaccard.* Therezen *Wolf.* Bagne *Thomas.* Derborence *Wolf.*

Und in den Südalpen: Orsellina, S. Bernardino, Lago di Muzzano, 335 m. *Coaz.* Tamar, Roncaccio *Franzoni.* Cenere *Leresche* Cadro *Favrat.* Novaggio 600 m.! Val Solda über der Grenze! Calanca, Arvigo *Brügger.*

Im Jura seltener: Cornée, Ct. de Neuchâtel *Lerch.* Chineul La Brévine *Lerch.* Hasenmatt *Lerch.*

Tiefere Standorte des Plateau: Ostermundingen *Haller fil.* Luzern *Herb. Lucern.* Entfelder Wald, Aargau *J. Müller.* Herb. G. Bernoulli. Im Thurgau an 4 Standorten *O. Naegeli.* Sauvabelin und Jorat *Favrat.* Voirons près le couvent *Reuter.* Saeckinger See! Fuss des Schwarzwaldes.

Jurarand: Enge, Schaffhausen *Schalch.* Mühlethal bei Zofingen *Lüscher.* Oehrli, Pratteln bei Basel *R. Preiswerk* ob noch?

Var. crenatum.

(Milde Sporenpfl. 60.)

Gezähnt-gekerbte Abschnitte.

Hab. Murgthal, St. Gallen! Evionnaz *Jaccard.* Sehr entwickelt und bis zu doppelter Fiederung, freilich monströs im Schwarzwald Feldsee!

Areal der Art:

1. Mitteleuropa vom Pontus und westlichen Russland durch den Alpenzug, Deutschland und Frankreich, in die Gebirge der westlichen Mittelmeerregion und nach Madeira *Moniz*; ferner nach Grossbritannien und dem südlichen Norwegen.

2. In Japan in einer etwas mehr beschuppten Var. Fauriei. Christ. Bull. Boiss. IV. 10. 671. *Faurie.*

33. A. Thelypteris.

(Acrosichum L. Spec. Pl. Ed. I. 1071.)
Sw. Schrad. Journ. 1800 II. 40. Luerss. 360. Aschers. 24.

Hab. Sumpfwiesen der untern Region, mit dem kriechenden Rhizom unter Wasser, in grössern Gruppen bis gesellig, an sehr vielen Stellen, aber mit den Sümpfen allmälich verschwindend.

Z. B. Freidlingen bei Basel an der Grenze *R. Preiswerk. Christ.* 1879 *Courvoisier.* Eglensee bei Thaingen *Schalch.* Thurgau an 5 Standorten nach O. Nägeli. Katzensee zwischen Reichenau und Taefligen Herb. Lucern. *H. Schinz.* Robenhausen Herb. Lucern. Rothsee Herb. Lucern. Zwischen Zug und Sihlbrücke *E. Burnat.* Seewen, Seeried und unterhalb dem Steinerberg *Rhiner.* Unterhalb Weggis *Rhiner.* Gümligenmoos *L. Fischer.* Burgäschimoos bei Herzogenbuchsee *L. Fischer.* Geistsee bei Uetendorf *F. v. Tavel.* Seedorfsee, Kt. Freiburg *Vetter.* Vervey près d'Aigle *Jaccard.* Villeneuve-Noville *Blanchet.* Unter-Wallis gemein: Vouvry, Maladeire, Bouveret, Vionnaz, Muraz *Wolf.* Geronde près de Sierre, Valais *Fauconnet, Jaccard.* Roëllebot, Genève *Chenevard, Ph. Paiche.* Loquiat à St-Blaise *Jeanjaquet. Lerch, Godet.* Pereux au-dessus de Boudry *Godet.* Marais tourbeux au Fuet près Tavannes, Jura Bernois *Tièche* und *U. Grezel*, mit Saxifraga Hirculus und Polygala depressa, höchster mir bekannter Standort. Montcherand, Orbe *Möhrlen.* Troenex, *Reuter*, Valleyres *Barbey.* Epinex pr. Lignerolles *Buttin.* Arcegno *Franzoni.* Muzzano *Favrat, Mari.*

Var. incisum Aschers.
Fl. Brand I, 922.

Hab. Vervey près d'Aigle *Jaccard.*

Var. Rogaetzianum.
(Bolle B. V. Brand. I. 1859. 73.)

Fertile Abschnitte, $^1/_2$ cm. breit, so breit als die sterilen, nicht eingerollt.

Hab. Montherod, Vaud, 1873 *Favrat.* Loquiat à St-Blaise *Lerch.*

Areal der Art.

1. Nordasien von Japan bis Europa, ausser seinen südöstlichen Gebieten.
2. Östliches Nordamerika.
3. Nilgherries Herb. Warburg.
4. Kehrt wieder in einer etwas stärker beschuppten Form (Var. squamuligerum (Schlecht) in S. W.-, S.- und O.-Afrika und Madagaskar: Herero-Land *Schinz.* Cap-Land *Zeyher. Rehmann* 1644, Grahams Town *Hb. Kew.* Transvaal *Hartmann.* Usambara *Holst.* Madagaskar, Ankafina *Hildebrand.*
5. In Neuseeland *Craig.*

§ Phegopteris.

Fée gen. filic. 242 pro parte minima. Aschers. 21 pro parte (mit Ausschluss von A. Dryopteris und A. Robertianum).

Pflanze klein, Rhizom lang kriechend, Blattstiele lang, einzeln stehend, Gefässbündel im Blattstiel zwei, die sich im obern Teil desselben in einen rinnenförmigen Strang vereinigen. Laubteile behaart. Sori submarginal. Schleierchen rudimentär oder null.

34. A. Phegopteris.

(Polypodium L. Spec. Pl. Ed. I 1089) Baumgarten Transsilv. IV. 28. Aschers. 23. Phegopteris polypodioides Fée cit. 243 Luerss. 296.)

Hab. Gemeine Waldpflanze der montanen Region unseres ganzen Gebietes, steigt in den Bachschluchten herab, fehlt aber unserm warmen Hügelgebiet und der untern Buchenregion des Plateau und des Jurarandes. Im Jura überhaupt seltener und erst in grössern Höhen: Bévilard *Lerch,* Fuet près Tavannes *Tièche* und von da südlich: Chasseron, Creux du Van *Lerch.* Ste-Croix, Vraconnaz *Reuter.* Chaux-de-Fonds *Nicollet.* Geht bis zum Hospiz des Simplon *Favre.* Charnadüra 1800 m. O. Engadin *M. Candrian.* Niedere Standorte: Mühlethal Zofingen *Lüscher.* Solrütiwald Bern *L. Greif* Hb. Godet. Im Thurgau mehrere Standorte nach O. Nægeli.

Var. obtusidentatum. (Warnsd. Nat. Ver. Harz VII 83.)

Nicht selten unter der gewöhnlichen, bloss gekerbten oder ganzrandigen Form. Die Abschnitte sind sehr deutlich grob- und oft spitzgezahnt.

Hab. Valletta di Fregiere Locarno *Franzoni.* Biasca *Jaccard.* Vallon de St-Barthélemy sur Evionnaz 1000 m. *Jaccard.* Combe des Moulins Chaux-de-Fonds *G. Bernoulli.* Gryon *G. Bernoulli.* Flims *W. Bernoulli.* Brünig *Christ.* Weisstannenthal *Wilczek.* Pont de Nant *Wilczek.* Mühle-

thal Zofingen *Lüscher*. Lac Tanay! Creux du Van und Ste-Croix, Jura *Lerch*.

Var. nephrodioides.

Auffallend durch sehr verlängerte ovallanzettliche an der Basis kaum verbreiterte Spreite. 30 Fiedern beiderseits unter der fiederspaltigen Spitze. Fiedern der Basis kaum verlängert, nicht abwärts gerichtet.

Hab. Löhrmoos bei Bern *G. Christen*.

Areal der Art.

1. Von Japan (*Faurie*) durch das nordöstliche Asien, Vorderasien und den westlichen Himalaya nach ganz Europa, im Süden im Hochgebirg.

2. Durch das kältere N. Amerika, hier mit der sehr ähnlichen Parallelart A. hexogonopteron (Polypodium Michaux), das auch im Himalaya (Simla) auftritt.

§ Dryopteris.

Kleine Pflanze mit langkriechendem Rhizom, vereinzelt stehenden, langen Blattstielen, mit zwei getrennten Gefässbündeln; Spreite an der Insertion des Blattstiels in einem Winkel gebrochen, mehrfach geteilt, untere Fiedern gestielt, mit knotig gegliederter Insertion der Stielchen. Pflanze kahl oder mit kurzer drüsiger Pubescenz. Sori submarginal. Schleierchen rudimentär oder null.

35. A. Dryopteris.

(Polypodium L. spec. plant. Ed. I 1093) Baumgarten Enum. Transsilv. IV 29. Aschers. Synops. I 21.
Phegopteris Dryopteris Fée gen. fil. 243. Luerss. Farnpfl. 300.

Unterscheidet sich ausser den ungefähr gleich grossen drei Teilen der Spreite und den entfernt stehenden Sori schon durch die Glätte und das lebhafte Kupfergrün der Spreite von A. Robertianum.

Variiert nicht bei uns. In Deutschland (Thüringen *Naumann)* kommt eine sehr grosse, reichlicher zerteilte Form mit sehr tief und regelmässig eingeschnittenen, verlängerten Abschnitten vor. Dies vielleicht Polypodium disjunctum Ruprecht bei Aschers. 21. Unter dem Einfluss der Insolation rollen sich die Lappen und Fiederchen nach unten ein, wie auch bei A. Robertianum, nach Analogie der Var. Rhæticum des Athyrium Filix femina.

Hab. Überall, auf allen Bodenarten, aber zerstreut in schattiger Waldung von der Ebene bis über die Baumgrenze hinauf, und in der Bergregion am häufigsten, auch noch im Schutz von Felsblöcken auf offenen Alpenweiden. So Trübseealp Engelberg! Mittenbach Simplon

1600 m. *Besse.* Pralong 1600 m. Hérémance *Wolf.* Lens 1600 m. *Besse.* Muntarütsch O. Engadin 1800 m. *Candrian.* Auch im Jura gemein, sehr oft mit A. Robertianum, aber meist an schattigen Orten: Liestal! Creux du Van, Montagne de Boudry *Godet.*

Areal der Art.

1. Durch N. Asien von Japan über den westlichen Himalaya nach Vorderasien und ganz Europa, im S. in den Gebirgen sparsam.

2. Im kältern N. Amerika: mit dem Areal von A. Phegopteris sich ziemlich deckend, aber höher und tiefer steigend.

36. A. Robertianum.

(Polypodium Hoffmann Deutsch. flor. II 20) unter Gesamtart A. Dryopteris. Aschers. 22.
Polypodium calcareum Smith fl. Brit. 1117.
Phegopteris Robertiana A. Braun bei Luerss. 303.

Durch die zwei seitlichen Teile der Spreite, die kleiner sind als der endständige Teil, die zahlreichen Fiedern dieses Teils, die zahlreichen genäherten bis zusammenfliessenden Sori, die Pubescenz des graugrünen Laubes und der Axenteile, sowie das dickere nicht glänzend schwarze sondern braune Rhizom von voriger Art rasch zu unterscheiden. Ebenfalls ohne Varietäten.

Hab. Ebenso verbreitet als vorige, aber nur im Kalkgebiet, und auch in den warmen Lagen der untern Region an Mauern und im Geröll, fast gesellig, auch in lichtem Stand. In den Kalkalpen häufig bis zur und über der Baumgrenze im Schutz von Blöcken, reihenweise an ihrem Rande: Surenenthal bei 1800 m.!

Gemein längs dem ganzen Jura von den Weinbergen bis in die Höhen und in der Föhn- und Seezone: z. B. Vitznauer Stock «Kalk» Herb. Luzern. Südabhang der Alpen: Brusio 700 m. *Coaz.* Höhere Lagen: Lucomagno *Franzoni.* Aux Plans *Rosine Masson.* Nax *Wolf.* Iserabloz 1150 m. *Besse.* Piz Alun bei Ragaz *Coaz.*

Selten auf der Molasse des Plateau: Wikoner Säge Herb. Luzern. Stockernsteinbrüche Bern «auf Sandstein» *L. Fischer.*

Mit glatter Spindel Alpe di Melano Generoso 1050 m. *Coaz.* Zwischen Celerina und Pontresina 1700 m. an einer Mauer *Coaz.*

Areal der Art.

Ein südlicheres als für A. Dryopteris.

1. Von Afghanistan zur Balkanhalbinsel, nach den Alpen, Pyrenäen und in die südlichen Gebirge Europas. Nach Norden zerstreut bis Finland, S. Schweden und Grossbritannien.

2. N. Amerika, nicht in hohe Breiten wie A. Dryopteris.

Anmerkung. Der Anschluss der Glieder des Genus Phegopteris an das Genus Aspidium, von dem sie sich nur durch rudimentäres oder fehlendes Indusium unterscheiden, den Aschers. 24 nach Vorgang von Roth vornimmt, ist entschieden zu billigen. Dann aber empfiehlt es sich auch, nicht mehr die schleierlosen Aspidien in einer Gruppe beisammen zu lassen, sondern sie nach ihrer natürlichen Verwandtschaft unter die verschiedenen Gruppen von Aspidium einzureihen, wie es im Grunde eigentlich schon Mettenius (Phegopteris und Aspidium 1858) gethan hat, indem er beide Genera nach denselben Kategorien parallel behandelte.

So gehört z. B. Phegopteris Drepanum (Sw.) platyphylla (Willd) und rigida (Mett.) zur Gruppe Polystichum, Ph. decussata (L.) zur Gruppe Lastrea (sensu latiori), P. crenata (Sw.) und tetragona (Sw.) zur Gruppe Nephrodium, P. dubia (Karst.) zur Gruppe Cyrtomium und P. difformis (Blume) zur Gruppe Sagenia.

Bei Anwendung dieses, allein richtigen Princips haben wir also auch für unsere schweizerischen, schleierlosen Aspidien die Gruppe aufzusuchen, an welche sie anzugliedern sind, und da finden wir, dass sie im Grunde allen andern Aspidien recht ferne stehen, und am besten kleine Gruppen für sich bilden. Und da man bei einem so gewaltigen Genus wie Aspidium froh sein muss, irgend welche natürliche Sektionen abspalten zu können, seien sie gross oder klein, so stehen wir auch nicht an, es für diese Arten zu thun.

Hienach nehmen wir für A. Phegopteris eine Gruppe in Anspruch, welche ausser unserer Art noch das nordamerikanische A. hexagonopteron (Polypodium Michaux) und das japanische A. Crameri (Polypodium Franchet Savatier Enum. Jap. II 244) Tosa *Makino* (Hooker III cent. ferns 1668) umfasst. Verbunden wird es mit den Lastreen durch A. decursive pinnatum (v. Hall) Kunze, welches in den Laubteilen, namentlich der geflügeltgelappten Spindel und der Behaarung dem A. Phegopteris sehr nahe tritt, aber kein lang kriechendes Rhizom mit einzelnen Blättern, sondern gebüschelte Blätter hat. Zu dieser Gruppe gehört noch, trotz ihres höchst fern entlegenen Areales, das Polypodium molle Roxb. (P. Dianæ Hook Spec. IV 234) von St. Helena. Die Pflanze ist doppelt grösser und stärker als A. Phegopteris, das Rhizom scheint nach meinen nicht ganz vollständigen Exemplaren dicker und die Blätter nicht immer einzeln, die decurrente Lappung der Spindel findet sich im obern Teil der Spreite; im übrigen aber ist die Pflanze sehr übereinstimmend, die Spreite ebenfalls breit deltoid, der Blattstiel so lang als die Spreite, die Pubescenz allgemein, etwas dichter als bei N. Phegopteris, und es kommen, analog der Var. obtusidentata, an den grössern Exemplaren auch gezahnte Abschnitte vor. Die Sori sind dem Abschnittrande weniger genähert als bei N. Phegopteris und an den grossen Exemplaren mehrreihig. Ein ganz isolierter Endeme auf St. Helena: Hutts Gate und Longwood Herb. Kew.

Für A. Dryopteris und A. Robertianum stellen wir die Gruppe Dryopteris auf, welche sich durch die knotig articulierten Stielchen der Fiedern

von allen uns bekannten Aspidien prägnant unterscheiden und auch sonst im Aufbau höchst eigenartige Erscheinungen sind.

Die Verbindung dieser kleinen Gruppe mit den tropischen stark zusammengesetzten Lastreen bildet das Polypodium rufescens Blume Hook. sp. IV 257. Das Rhizom ist ebenso dünn und langkriechend wie bei A. Dryopteris, die Blattstiele einzeln, länger als die Spreite, diese ist um die Hälfte grösser, aber von gleicher Gestalt und gleicher Zusammensetzung, nur sind die Fiederchen und Abschnitte breiter, länger zugespitzt und scharf gezähnelt, und flaumig etwa wie A. Robertianum. Die Fiedern und untern Fiederchen sind deutlich, wenn auch etwas kürzer gestielt, jedoch entbehren sie der deutlichen, durch einen Wulst markierten Gliederung, schliessen sich vielmehr, immerhin etwas abgesetzt, ohne Lösung der Continuität an die Hauptspindel an. Ceylon *Wall.* Wird auch im Archipel von Java bis Nord-Australien angegeben.

Struthiopteris.

Willd. Magaz. Nat. Freunde Berlin 160.
Onoclea L. Gen. Plant. Ed. V. 484. Luerss. 480. Aschers. 41.

37. S. Germanica.

Willd. Sp. Plant. V. 288.
Onoclea Struthiopteris (Osmunda L. Sp. Pl. Ed. 1. 1066.) Hoffm. Deutsch. flor. II. 12. Luerss. 482. Aschers. 43.

Ich halte die Trennung dieser Pflanze, sowie der S. orientalis Hook. vom Genus Onoclea für gerechtfertigt. Die Anheftungs- und Bedeckungsweise des Sorus ist zwar mit der von Onoclea sensibilis L. verwandt, allein der Aufbau ist total verschieden: aufrechtes, Ausläufer treibendes, fast baumartiges Rhizom und spiralig in eine Krone gestellte Blätter mit freien gefiederten Nerven, also der Typus der Aspidien Sect. Lastrea. Onoclea hat ein lang kriechendes Rhizom, zerstreut stehende Blätter mit anastomosierenden Nerven, also der Typus der Sagenien. Übrigens ist auch die Umhüllung der Sori nicht identisch. Bei Struthiopteris bilden die zurückgeschlagenen Lappen der fertilen Fieder in ihrer Gesamtheit einen, die Sorusreihe umhüllenden Cylinder, während bei Onoclea die fertile Fieder wiederum gefiedert ist, jede Sorusgruppe also einzeln steht und von dem zerschlitzten Fiederchen allseitig umschlossen ist.

Hab. Dieser mächtige Farn zeigt bei uns in seiner Verbreitung grösste Übereinstimmung mit Osmunda: ziemlich verbreitet im insubrischen Gebiet, tritt er nur in Spuren in der nördlichen Schweiz auf, obschon er in Deutschland nicht selten ist. Pflanze feuchter Wälder und Bachschluchten der untern Waldregion.

1. Schiltwald bei Triengen Bez. Sursee, ein fertiles Blatt. Herb. Wieland im Herb. Polytechn.

Zofingen *Dr. Straehl* im Herb. Wolf steril und fertil, aber vielleicht cultiviert.

2. Insubrisches Gebiet:

Becken des Lago Maggiore: Giubiasco bei Locarno *J. Muret.* Magadino *Leresche.*

Becken des Lago di Lugano. Hier häufiger: Valle dell' Agogna *Franzoni.* Agno *Lüscher.* Oberhalb Paradiso! N. O. von Lugano Strasse nach Cadro *Mari.* Val Colla unterhalb Cadro *Favrat.* Val Muggio östl. vom Generoso 3000—3500'. *Leresche. Muret. Papon.* Von hier ein fertiles, nach oben einerseits in schwach gekerbte sterile Fiedern von 1 cm. Breite übergehendes Blatt (Forma epiphyllodes Aschers. flor. Brandenb. I 931). Lago di Muzzano *Dr. S. Stadler.*

Benachbarte Standorte: Vallone di Vagna bei Domo d'Ossola *Wolf.* Valletta ebenda *Chiovenda.* Val del Betto S. von Morbegno Veltlin 2300' *Brügger.* Val d'Ambria ob Piateda 700—900 m. *Cornaz* 1882. *E. Levier* 1898. Auf unserer N. Grenze kommt die Art nicht in den Vogesen, wohl aber in den mittlern gegen den Rhein offenen Schwarzwaldthälern der Wolfach, Kinzig, Rench und Murg vor (Doell. fl. Bad. 44). Auf der O. Grenze erst bei Innsbruck, Sellrain 900—1000 m. *Zimmeter.*

Areal der Art.

1. Östliches N. Asien vom Ostrande zum Altai. Mittel-China Shen-Si *Giraldi.*

2. Östliches und mittleres Europa vom Kaukasus und Russland bis Skandinavien und Belgien einerseits, und bis Italien (selbst Sicilien) anderseits. Auf der N. Seite der Alpen bildet die Schweiz die Westgrenze gegen Frankreich hin, auf der S. W. Seite kommt sie noch in den Vallées Vaudoises (Rora ob Luserne!) vor.

3. Östliches N. Amerika.

Cystopteris.

Bernh. Schrader Neues Journ. 1806 I. 2. 26.
Luerss. 446. Aschers. 15.

38. C. fragilis.

(Polypodium L. spec. plant. Ed. I. 1091.)
Bernh. cit. 27. C. fragilis Subspec. genuina (Bernoulli Gef. crypt. Schweiz 42) Luerss. 451. C. fragilis Subspecies C. eufragilis Aschers. 15.

Hab. Gemein und nirgends an Mauern, Felsen und Steinen in beschatteten Lagen fehlend, indifferent gegen die Unterlage, von der Tiefe bis in die alpine Region.

Variiert sehr im Grad und der Art der Zerteilung der Spreite, aber nirgends sind die Varietäten unbeständiger und gehen mehr — sogar auf demselben Rhizom — in einander über.

Als normale, weil weitaus am häufigsten vorkommende Form ist zu betrachten die

Var. anthriscifolia. (Polypodium Hoffm. Deutsch flor. II. 9. 10.) Koch synops. Ed. II. 980.

Reichlich doppeltgefiedert. Fiederchen länglich oval, fiederspaltig, Abschnitte länglich oval, kurz gezahnt.

Hab. Überall. Ich gebe einige Beispiele aus der subalpinen und alpinen Region, wo die Pflanze zuweilen mit C. regia vorkommt:

Val Tremola 5000'. Campo alla Torba Maggia. Campo. Verzasca. Lucomagno *Franzoni.* Val del fain. Val Roseg. Scarlthal. Bevers *Favrat.* Val Furva *A. U. v. Salis.* Albrun Binn 1900 m. *E. Fischer.* La Barma Hérémance *Wolf.* Kaltwassergletscher-Gallerie *Favre.* Grand-Vire Muverand *Favrat.*

Hierher gehört auch als

Subvar. deltoidea. Milde fil. Europ. 149

für welche Milde sich auf das Herb. Boissier beruft. In diesem Herb. trägt die Pflanze die, aus einem alten Herb. (wohl Hall. fil.) stammende Etiquette:

«Videtur esse Poly. regium Linei, vel non vidit Hall. vel confudit cum fragili 1707. 1708.

ex Alpibus Valesiae.

Differt a fragili habitu triangulari non lanceolato, pinnis magis laciniatis acutius dentatis, fructificationum pulvillis majoribus»,

Von Milde's Hand steht dabei:

«Var. pulcherrima rarissima deltoidea teste Milde».

Ich sehe in der Pflanze, abgesehen von 2 normalen Blättern von Var. anthriscifolia, nur eine sehr wenig abweichende Form dieser Var. mit verlängerten untern Fiedern, sodass in der That die Spreite «elongato-pyramidata» (Milde) zu nennen ist.

Hab. In annähernder Gestaltung auch von Lens 1600 m. *Besse.*

Subvar. Favrati.

Gross, Fiederchen sehr entfernt, kurz, rundlich, mit kurzen stumpfen Kerbzähnen. Habitus sehr abweichend.

Hab. Zernetz *Favrat.* Bevers: Fiederchen weniger entfernt, sonst gleich. *Favrat.* Val Canaria mit breit oval-keiligen Fiederchen *Coaz.* Ähnlich Maloya *Hegi.*

Var. acutidentata. Doell. fl. Bad I 43.

Wie vorige Var., aber Fiederchen spitzoval, dicht und fast kammförmig lang und spitz gezahnt.

Hab. Hasliberg Hochfluh 1000 m.! Engelberg! Emserhorn *Wallis* 2000 m. *Coaz.* Muraz bas Valais *Jaccard.* Alpes de Bex *Thomas.* Grammont! Valle di Muggio tra Obino e Monte, rupi calcarei *Franzoni.* Vallon d'Ardran Réculet *Du Commun.* Jura Neuchâtelois *Morthier.* Schloss Bipp!

Var. angustata. (Polypodium fragile angustatum Hoffm. in Roem. Usteri mag. fasc. 9.) Koch Syn. Ed. II. 980.

Fiederchen lanzettlich, Abschnitte und Zähne schmallanzettlich, spitz. Die schmalsten Formen mit lineallanzettlichen Zipfeln stellen Var. stenoloba A. Braun bei Milde fil. Europ. 149 dar.

Hab. Buchberg bei Nuolen Schwyz *Wilczek.* Seelisberg *Fz. Bernoulli.* Öschenenalp Kandersteg *L. Fischer.* Maloya *Bleuler.* St. Moritz Engadin *Burnat.* Chasseral *Jeanjaquet. Sire.* Breuil Piemont *Lerch.* Versus angustatam Engelberg!

Var. cynapifolia. (Polypodium Hoffm. Deutschl. flor. II. 9. 10) Koch syn. cit.

Verlängerte Form meist des dunkeln Schattens. Gross, Fiederchen entfernt, länglich, keilig herablaufend, Abschnitte grob und stumpflich gezahnt, oft abgestutzt.

Hab. Fast ebenso verbreitet als Var. anthriscifolia, mehr einzeln. Zb. Zwischen Frutigen und Adelboden *Coaz.* Kienthal *F. v. Tavel.* Grafenort *Rhiner.* Arnitobel Engelberg! Thun *Brown.* Grindelwald *Münch.* Boltigen *F. v. Tavel.* Pilatus Herb. Lucern. Gaebris N. Seite *Schlatter.* Forstegg St. Gallen *Zollikofer.* Calanda *A. U. v. Salis.* Vallée de la Liserne Wallis *G. Bernoulli,* Annivier *id.* Bovernier *Favrat.* Vex *Wolf.* Gryon *G. Bernoulli.* Mauvoisin Herb. Univ. Turic. Les Plans *Rosine Masson.* Château d'Oex *Jaccard.* Combe des Moulins Chaux de fonds *G. Bernoulli.* Hasenmatt 1400 m. *W. Bernoulli.* Hauenstein Jura *Heilmann.*

Var. dentata.
(Polypodium Dickson Pl. Crypt. Brit. III 1.) Hook. spec. fil. I 198.

Kleine Pflanze mit fast einfach gefiederten Blättern ; nur die untersten Einschnitte der Fiedern sind als Fiederchen getrennt, die übrigen reichen nicht zur Rippe hinab und sind grob und stumpf gezähnt.

Diese in Norddeutschland und besonders Nordamerika wie es scheint nicht seltene Form tritt bei uns meist nur als sterile Jugendform, selten fruktifizierend und stabil auf.

Hab. Mayens de Sion *F. v. Tavel.* Ober-Engadin *M. Candrian.* Brontallo und Campo alla Torba Maggia *Chenevard.*

Dahin gehört auch

Subvar. woodsioides.

Kleine Pflanze von 10 cm., Fiedern $1^1/_2$ cm., dreieckig, tief fiederspaltig, nur am Grunde gefiedert, Abschnitte sehr dicht stehend, fein gekerbt, Sori die ganze untere Fläche deckend.

Habitus täuschend von Woodsia.

Hab. Gorge de l'Inn sous Cresta, O.-Engadin, *Favrat.*

Ebenso auch

Subvar. Tavelii

mit sehr wenig zahlreichen, oval keiligen, sehr stumpfen, unregelmässig gekerbten Fiederchen von 7 mm. Länge und 4 mm. Breite.

Hab. Schöllenen *F. v. Tavel.*

Anmerkung. Die kleine var. *Huteri* Milde fil. Eur. 149 der südöstlichen Dolomiten (Innichen am Hannold *Naumann*), klein, mit einem Stiel, der etwas kürzer ist als die Spreite, kleinen, tief geteilten und fein gezahnten Fiederchen und kurz drüsig spreuhaarig, könnte in unserer insubrischen Zone oder deren nächster Nachbarschaft (Val Solda?) gefunden werden.

Areal der Art.

Kosmopolitischer Farn aller Zonen und Erdteile vom nördlichen Polarkreis nach Vandiemensland, Neuseeland, S. Chile *(Neger)* und Südafrika. In den Tropen in der Bergregion. Auf den atlantischen Inseln und am südwestlichen Küstensaum von Nord-Spanien und Portugal bis S. Marokko *(Ibrahim* c. Cosson) in einer grössern drüsigen Subspecies: C. Canariensis Prsl. Tent. 93, sonst trotz sehr mannigfaltiger Laubzerteilung sehr constant.

39. Subspec. C. regia.

(Polypodium L. Spec. pl. Ed. I 1091.) Presl. Tent. Pter. 93.
C. fragilis Subspecies II C. alpina (Desv. Ann. Soc. Linn. Paris VI, 264) Luerss. 463.
C. fragilis Unterart C. regia Aschers. 18.

Durch zartere Textur, feinere Zerteilung und schmälere Abschnitte vom Typus der C. fragilis verschieden, nur zum Teil jedoch durch die von den Autoren besonders hervorgehobenen Merkmale: fast parallelrandige, an der Spitze ausgerandete oder gespaltene Lappen, in deren Sinus der Nerv verläuft. In Wirklichkeit kommt dieser Charakter vorwiegend den fertilen Blättern zu, während die sterilen vielfach schmallanzettliche in eine scharfe Spitze ausgezogene Lappen haben, in deren Spitze der Nerv verläuft. Diese Formen lehnen sich der Art an schmale Formen von C. fragilis an, dass im Herbar die Unterscheidung oft unmöglich wird.

An den Standorten der C. regia ist deutlich auf denselben Rhizomen der Dimorphismus wahrzunehmen, dass neben Blättern mit lineallanzettlich spitz verlaufenden Abschnitten solche, vorwiegend fertile, mit an

der Spitze gestutzten ein- bis zweispaltigen Abschnitten stehen. Ich habe im Jahr 1897 in den Waadtländer Alpen aux Martinets dieses Verhältnis genau verfolgt.

Wenn Hausmann fl. Tyrol. III 1045 mitteilt, dass Dr. Custer die C. fragilis und C. regia auf demselben Rasen wachsend gefunden habe, so steht mir fest, dass es sich um die spitzlappige und stumpflappige Form der regia gehandelt hat. Nach dem Material des Herb. Alp. Leman, das J. Briquet in den Savoyeralpen sammelte, und in dem promisque beide Formen beisammen liegen, hat auch dieser dieselbe Beobachtung gemacht. Im allgemeinen werden — mit Unrecht — die spitzen, nicht immer sterilen Formen für gleichenorts mit C. regia vorkommende C. fragilis gehalten. Diese Formen unterscheiden sich aber doch von C. fragilis durch viel dichter stehende Fiederchen und Abschnitte, die sehr schmal gegen die Basis verlaufen und in nur 2 mm. breite lineallanzettliche geschweift-zugespitzte Zipfel endigen.

Was nun die Unterscheidungen der C. regia in die Var. Koch's fumariaeformis und alpina betrifft, so nimmt Reuter im Catalogue des plantes vasc. de Genève 1861, 252 die spitze Form für den Typus der C. regia Presl, indem er sagt:

«se distingue du précédent (C. fragilis) par la fronde plus finement divisée à lobules dentées *en scie*», während er die v. β alpina Koch also beschreibt:

«se reconnaît à sa fronde très finement divisée à lobules étroits obtus ou tronqués à peine plus larges que le rachis, bi-tridenticulés au sommet».

Reuter scheint also die soeben von mir erwähnte spitzlappige Form für den Typus von C. regia, die stumpflappige für die var. alpina zu nehmen. Koch selbst (Synops. Ed. II, III 980) und ihm folgend Milde fil. Eur. 150, 151. Luerss. und Aschers. fassen die var. anders auf:

sie nennen fumariaeformis die subalpine grössere, entfaltetere Pflanze, deren Abschnitte kürzere und gedrängtere Zähne haben (Luerss. 465 Fig. 160 a), und alpina nennen sie die alpine, kleinere Pflanze mit schmalern, lineal verlängerten Abschnitten.

Wir folgen dieser letztern Abgrenzung und betonen dabei, dass bei der grössern Form fumariaeformis das dimorphe Auftreten von Blättern mit lanzettlich spitzen Abschnitten weit häufiger vorkommt als bei der kleineren alpina.

Die fumariaeformis, die wir als Normalform unserer Subspecies regia betrachten können, geht unmerklich in die var. alpina über, findet sich aber im allgemeinen in geschützteren überschatteten Lagen und auf nahrhafterem Boden.

Hab. Durch unsere sämtlichen Gebirge ohne Unterschied der Gesteinsart von der Baumgrenze an aufwärts an Felsen und auf rauhen

Alpenweiden zwischen Felsblöcken zerstreut, aber ohne sehr grosse Lücken. Z. B. ob Sigriswyl *Fischer-Ooster*. Kriesiloch Pilatus *Herb. Lucern. W. Bernoulli*. Diesseits der Schöllenen *Herb. Lucern.* Sachseler Alpen, grosser Mythen, Fluhberg Schwyz, Sihlwald bei Studen *Rhiner*. Kleines Kienthal *F. Schneider*. Am Mönch 2000 m. *L. Fischer*. Matmar mit Woodsia *Rosine Masson*. Simplon, Egina *Favrat*. Gietroz Bagne *Schleicher*. La Varaz Bex *Gaudin Herb. Lausanne. Rosine Masson* ibid. 1750 m. *Jacob*. Herbignon und Col des Essets *Lerch*. Martinets sous le Glacier 2500 m.! Anzeindaz *Favrat*. Sex percé, Derrière Coufins, Savoleyres *Favrat*. Parey Château d'Oex *Leresche. Jaccard*. Cresta Avers *Schroeter*. Piora 2000 m. *W. Bernoulli*.

Reculet *Vogel*. Colombier 1680 m. *Michalet* pl. Jur. 147.

Sehr grosse Form mit ziemlich breiter Spreite der Abschnitte bei stumpf ausgerandeter Zahnung: Paray Château d'Oex *Favrat. Leresche*. Exemplare mit langzugespitzten, lineallanzettlichen Abschnitten Zb. Val del fain *Favrat*. Sandalp *Schroeter*. Les Martinets! Pas de la Bosse, Savoie 1700 m. *Briquet*.

Var. alpina.

(Polypodium Wulfen in Jacquin Collect. 2, 171). Koch syn. cit.

Rhizom stark, Blattstiele zahlreich, Blätter kleiner, schmäler, aber Abschnitte sehr zahlreich, aus der 1 bis $1^1/_2$ mm. breiten geflügelten Spindel bestehend, entweder abgestutzt oder in 2 bis 3 kurze Zähne auslaufend, in deren Sinus der Nerv verläuft.

Hab. Form des alpinen Gerölls und der Karrenfelder, eben so verbreitet als die grössere Form, aber nur eine Stufe höher: in der alpinen Region von 1800 m. an aufwärts, seltener tiefer. Z. B. Pilatus *Herb. Lucern.* Kinzigkulm *Brügger*, zwischen Wäggi- und Klönthal *Brügger*, Fernithal, Bannalp, Melchalp *Rhiner*. Obertrübsee-Alp! Stockhorn *Fischer-Ooster*. Wandfluh 2100 m. *Wilczek*. Axalp 1700 m. *W. Bernoulli*. Faehlen-Alp Appenzell *F. Schneider*. Menschli Appenzell *W. Bernoulli*. Mönch 2000 m. *L. Fischer*. Trümleten-Thal *L. Fischer*. Calfeuser-Thal *Theobald*. Gafien Schroeter und *F. v. Tavel*. Albula *Regel*. Val del fain *Favrat*. Generoso herb. Univ. Turic. Paray Château d'Oex v. Rütte. Jaman 1500 m. *Wilczek*. Lavaraz *A. De Candolle* 1825 *Thomas*. Col de Cheville *G. Bernoulli*. Fully *Ducommun*. Dent du Midi *Ducommun*. Dent de Ruth *Wilczek*, Col d'Emaney bas Valais *Favrat*. Pont de Nant *Rosine Masson*: Bellarrête *Camus* ex Jaccard. Mauvoisin Bagne *Miller* ex Jaccard. Alpes de Bex *Jaccard*. Grammont 2000 m.! Val Triquent *Wolf*. Val Ferret, Col de fenêtre *Wolf*. Enzeindaz *Vetter*. Chamoson 2100 m. *Jaccard*. Matmar Saas *Rosine Masson*.

Réculet creux de neige *Reuter*. Faucille *Bernet*. Suchet *Davall*. Herb. Haller fil.

Subvar. deltoidea.
Milde Zool. Bot. Ges. Wien 14. 10.

Umriss der Spreite verlängert deltoid, weil das unterste Fiederpaar das längste, Fiederchen kurz, stumpf keilig, Zähne sehr kurz.

Hab. Weinberg ob Cresta Avers im Dolomitschutt 2800 m., 6. Aug. 1890 *Schroeter* Herb. Polyt. Sonst nur (Aschers. 18) in den Dolomitalpen Süd-Tirols.

Areal der Subspecies.

Der Alpenzug, vorwiegend doch nicht ausschliesslich die Kalkalpen von Siebenbürgen und der Tatra und von Bosnien über den Karst bis zu den Seealpen, ausstrahlend in die Pyrenäen und die hohen Ketten Süd-Europas und Kleinasiens einerseits, und bis Schweden und Grossbritannien anderseits. Fehlt in den Mittelgebirgen Deutschlands und geht auch im Jura nicht nach Norden in die niedrigern Teile der Kette. Im Gebiet ihres Vorkommens reichlich verbreitet.

40. C. montana.

(Polypodium Lam. fl. franç. I. 23) Link Hort. Berolin. II. 131. Luerss. 468. Aschers. 19.

Hab. Schattige Felsen und Geröll im sehr feuchten Tannenwald der montanen und subalpinen Region verbreitet, aber oft in Buschwerk verborgen und leicht übersehen. Mit Corallorhiza, Listera cordata, Dentaria digitata, Veronica montana etc., jedenfalls vorwiegend (wenn nicht immer?) auf Kalk.

Einzelne Standorte: Beim Untern Grindelwaldgletscher *Christ*; sehr grosse Exemplare, die einigermassen an C. Sudetica A. Br. und Milde erinnern. Faulhorn *Favrat.* Pilatus *Herb. Lucern.* Arnitobel, Engelberg! Grafenort *C. Cramer.* Kandersteg! Axalp, 1700 m., *W. Bernoulli.* Faulhorn *Reuter.* Giessbach *Reuter.* Rigi *Bamberger.* Oltscherenalp *L. Fischer.* Rawyl, N. Seite *Leresche.* Wildhaus *Brügger.* Mürtschen *Schrœter.* Panten-Brücke *Schrœter.* Churwalden, 1400 m. *Brügger, Coaz.* Cauma-See b. Flims, 1010 m., *W. Bernoulli.* Ob Flims *Christ.* Piora 1900 m.! Calveuser-Thal *Theobald.* Cresta Avers *Schrœter.* Zwischen Avers und Ferrera *Brügger.* Seealpsee, Appenzell *Vetter.* Vallon des Martinets *Rosine Masson.* Pied du Muveran *R. Masson.* Pierreuse Château d'Oex, 1500 m., *Jaccard.* Parey Château d'Oex *Leresche*; mit sehr breiten, dicht stehenden Abschnitten. La Planaz Château d'Oex *Sandoz.* Lac de Chavannes sur Ollon *Jaccard.* Pont de Nant *Jaccard.* Bovonaz *Thomas.* Pont de Mauvoisin *Reuter*; jedenfalls selten bei Bormio II Contoniera *Cornaz.*

Im Jura besonders zahlreich: Passwang, Schilt und Bölchen, Basler Jura! Hasenmatt, sommet *Tièche, F. Schneider.* Creux du Van et Combe

de la Vaux, Jura Neuchâtelois *Lerch.* Combe de Valanvron, Neuchâtel *Godet, Jeanjaquet.* Combe des Moulins Chaux-de-Fonds *G. Bernoulli.* Grandvillard *Jacquet.* Ponts *Reuter.* Herb. Ayasse; entre Ponts et Vallorbes *Reuter.* Source de l'Orbe *Du Commun.* Dôle *Muret.* Suchet *Davall.* Herb. Haller fil. Faucille *J. Müller, Genty, Bernet, Michalet* pl. Jur. 148. Thoiry *Reuter.* Reculet, Creux de neige *Fauconnet, E. Ayasse.* Jura de Genève *Reuter.*

Areal der Art.

1. Alpenzug von den Dinarischen Alpen bis zum Dauphiné, Carpathen, Pyrenäen, mittlerer Appennin, aber nicht in den (meist dem Urgebirg angehörigen) benachbarten deutschen Mittelgebirgen, dagegen im nördlichen Jura bis Spaichingen *Hegelmaier.*

2. Gr. Britannien, Skandinavien und N. Russland.

3. W. Himalaya, Kaschmir, l. Aitchison und Kumaon l. Duthie ex Hope ferns of N. W. India in Bombay Nat. hist. Soc. 1899.

4. Kamtschatka.

5. N. Amerika.

Die Pflanze ändert bei uns nur in den Dimensionen und in der Breite der Abschnitte ab. Besonders breite und wenig tief eingeschnittene Abschnitte zeigt die Pflanze Brüggers aus dem Pradafenzer Wald bei Churwalden, und eben so breite und dabei stark auseinander gerückte Abschnitte die Pflanze von Grindelwald! die deshalb im Habitus, aber nicht in den Charakteren, etwas an C. Sudetica A. Br. und Milde erinnert.

Besonders kleine und dicht gestellte, fast lineale Abschnitte haben Exemplare vom Creux du Van herb. Godet.

C. fragilis × montana.

C. fragilis var. γ deltoidea Shuttlew. (non Milde fil. Europ. 149.)
in Ch. H. Godet Flore du Jura 1853. 856.

«Feuilles à circonscription deltoïde, les 2 segments inférieurs étant aussi longs que les moyens; du reste semblable à la var. β (cynapifolia), mais à lobes plus écartés et plus étroits.»

C. fragilis forma 3 deltoidea Bernoulli Gef. Crypt. Schweiz 45:

«Folia circuitu deltoida segmentis primariis inferioribus ceteris longioribus, laciniæ augustiores, magisque remotæ, laciniis nonnullis ad sequentem varietatem (C. regiam) accedit.»

Rhizom kurz, dick, ähnlich dem von C. fragilis. Pflanze in allen Teilen sehr zart, Stiel und Spindel sehr dünn, Stiel 10 cm., Blatt 10 cm. lang, breitoval deltoid, unterste 2 Fiederpaare am breitesten, die folgenden sich dann allmälich gegen die Spitze verkürzend; Spreite unten 6, in der Mitte $5^1/_2$, im obern Viertel noch 3 cm. breit, Spindeln fast haardünn,

dunkel, Fiedern aus breiter Basis oval zugespitzt, Fiederchen geschweift keilig, Abschnitte dritter Ordnung lanzettlich, schmal, etwas herablaufend, tief spitz gelappt, Lappen an der Spitze kurz gezähnt, Nerven in die Spitze verlaufend, Habitus ungefähr in der Mitte zwischen C. fragilis und montana. Sori zahlreich, klein, sich nicht berührend.

C. montana ist verschieden durch schnurförmig kriechendes Rhizom, dreieckige Spreite, dichter stehende, kürzere Abschnitte; C. fragilis weicht ab durch stärkere Stiele und Spindeln, längere, verlängert oval lanzettliche Spreite, die unten etwas schmäler ist als in der Mitte. (Normale Dimensionen: Spreite 15 cm. lang, in der Mitte 5 cm. breit, im untern Siebentel $3^1/_2$ cm., im obern Fünftel 3 cm. breit.) Ferner durch breitere Abschnitte. Die Kleinheit und Verteilung der Sori des Bastardes ist ähnlich C. montana.

Hab. Creux du Van Aug. 1834 Shuttleworth in Herb. Godet. Ebenda 1. Aug. 1862 *Farrat.* Was die C. fragilis v. deltoidea Milde cit. im Herb. Boiss. betrifft, so verweise ich auf Seite 156. Sie stellt nicht unsern Bastard, sondern nur eine unbedeutende Form von C. fragilis dar.

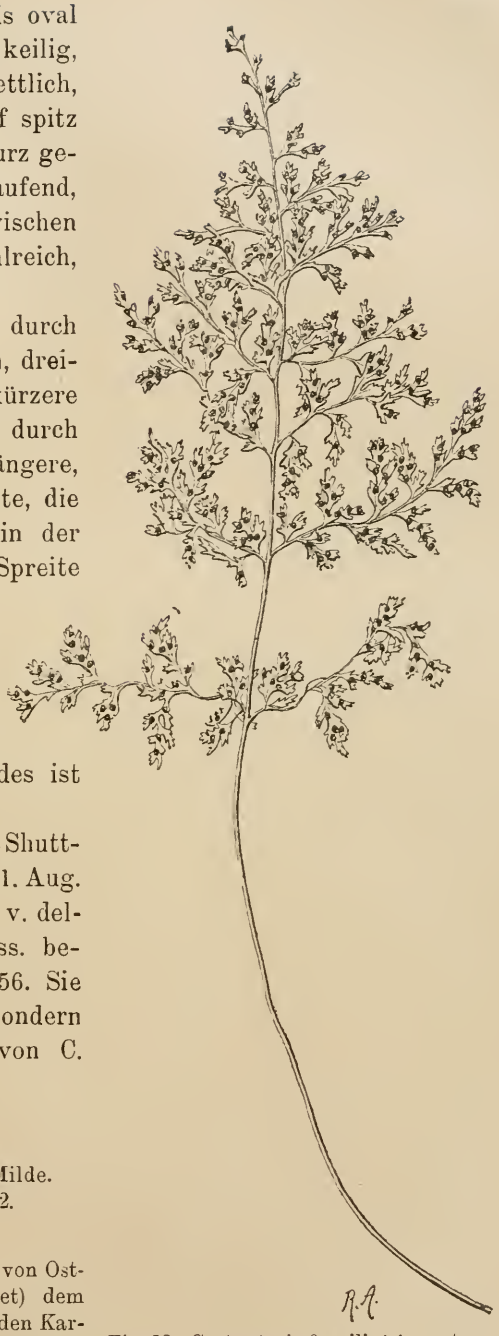


Fig. 28. Cystopteris fragilis × montana.

Anmerkung.

Cystopteris Sudetica A. Braun et Milde. Jahresb. Schles Ges. 33. 1855. 92. Luerss. 475. Aschers. 19.

Diese östliche Pflanze, die bisher von Ostasien, Tibet (C. Moupinensis Franchet) dem östlichen Russland, dem Caucasus und den Karpathen und Sudeten, von Siebenbürgen bis zum Schlesischen Gebirg bekannt war, hat Dr. *Naumann* im August 1892 im Alpelthal bei Berchtesgaden 1200 m. gefunden. Somit könnte sie ganz wohl in einer feuchten Schlucht der Nordseite unserer Alpenkette noch gefunden

werden. Sie verbindet das langkriechende Rhizom und das langgestielte dreieckige Blatt von C. montana mit den breiten, keilig stumpfen und grobstumpf gezahnten, bedeutend grössern Endabschnitten von C. fragilis. Das unterste, hintere Fiederchen der untersten Fiedern ist länger als das nächstfolgende, und ungefähr so gross als die siebente Fieder, von unten gezählt. Das Indusium ist drüsig gewimpert. Die Farbe der Pflanze heller als bei C. montana. Das Berchtesgadener Ex. nähert sich durch stark verlängerte unterste Fiedern im Habitus mehr der C. montana als die Ex. der Karpathen.

Woodsia.

R. Br. Linn. Transact. XI. 170. Luerss. 495. Aschers. 44.

41. W. alpina.

(Acrostichum Bolton fil. Brit. 76.) Gray nat. arrang. II. 17.
W. Ilvensis Babingt. mon. brit. bot. Ed. I. 384. Subspecies W. alpina Gray Aschers. 46.
W. hyperborea α arvonica Koch Synops. Ed. II. 975. Luerss. 502.

Hab. Sehr zerstreut und in kleinen Gruppen, aber an zahlreichen Standorten durch die montane und subalpine Region unserer Süd- und Centralalpen auf Urgebirg, am häufigsten in den Südthälern. Standorte feuchte Felsen, seltener Mauern.

1. Südliche Thäler:

Val di Peccia, Lucomagno rupi tra Campiglia e Campora. Cimalmott rupi, Campo, Cerentino ne' muri tra il bosco, Bellinzona presso il ponte del Ticino, Dangio in un muro. Val Tremola *Franzoni.* Fusio sotto Naret Maggia *Rhiner.* Brontallo; un peu partout sur les vieux murs dans les Val Broglio et Lavizzara *Chenevard.* Bignasco Maggia *Schrœter.* Zw. Bignasco und Broglio *Coaz.* Faido *O. Heer.* Fall der Piumogna Faido! *Gysberger.* Fongio Piora, 2000 m., *W. Bernoulli.* Vallée d'Airolo Herb. Jaccard. Dazio grande Hb. Schærer *Brügger.* Mauern zw. Giornico und Lavorgo, 1600—2000', *Brügger.* Val Blenio Herb. Lausann. Bosco sopra Cevio *Schulthess* 1809. Murs au-dessus d'Intragna, 2000', région de la vigne *Leresche.* Ad lacum in Val Ternanza *Seringe,* Hb. Haller fil. Calanca: Rossa *Franzoni.* Piezzo Feldmauern über Rossa, 4000', *Brügger.* Bergell, Castasegna *Brügger.* Pied du Col Muretto, Bergell *Favrat.* S. Carlo Poschiavo nach R. Beyer. Simplon *Thomas.* Vom Dorf bis Iselle *Wolf.* Gondo, 850 m., *Favre, Wilczek.* Algaby *Wolf.* Zwischenbergen *Wolf.*

2. Nordseite der Alpen:

Wallis: Saas Matmar *Rosine Masson* 1869. Schwarzberg *Saas, Wolf.* Zermatt *Favrat* 1869. St. Nicolas Herb. *Reynier.* Tufteren daselbst *Wolf.* Anniviers St. Jean d'en bas bei Grimenz *Wolf, W. Bernoulli* 1894. Hérémance, Pralong *Wolf.* Bagne *E. Thomas.* Lourtier *Wolf.* Fionnay derrière l'hôtel et Alpe de Louvie *Jaccard.* Erins: Miribi *von Ruette*

1859. Naters *Wolf*. *Fison* nach Jaccard. Ob Betsch bei Mörel *Wolf*. Lötschen: zwischen Bietsch und Oberried *Wolf*.

Graubünden: Bevers *H. Feer*. Entre Bevers et Ponte *Tripet* 1873. Sils, Barseglia Herb. Univers. Turic. Sils, 5630', *Brügger*. Rochers vis-à-vis de l'Au entre Ponte et Bevers *Favrat, Burnat* 1873. Rosegthal am Serpentin *Fischer-Ooster* 1868. Piz Ner und Piz Padella *M. Candrian*. Entre Mühlen et le Oberhalbstein, Julier *J. L. Thomas*. Julier, 1500 m., *W. Bernoulli*. Sous le village de Cresta Avers *Jaccard*. Ob Davos-Dörfli *E. Fischer* 1890. Val Taller *Theobald* 1861. Arosa, Flöcka-Stein *Henchoz*.

Uri: auf Blatti *Gisler* 1869 Hb. Rhiner.

Berner Oberland: Strasse von Innertkirchen nach Gadmen unterhalb der Frauenbrücke, 1130 m., *L.* und *E. Fischer* 1881. Aufstieg vom Lauterbrunnenthal zur Stufensteinalp *v. Rütte* 1873.

Var. pseudo-glabella.

Habitus von W. glabella R. Br. in Richardson narrat. Journey polar See Franklin bot. 754.

W. glabella ist ohnehin nicht leicht zu unterscheiden, und wenn man absieht von der Kleinheit und zarten Textur der Pflanze, so bleiben nur die zahlreichen Fiedern, die kahlere Spindel und die mehr fächerig-keiligen Abschnitte als Merkmale übrig. Die stärker zugespitzte Spreite ist nicht konstant. Ich habe sehr typische Ex. der W. glabella von der klassischen Stelle Willoughby Lake Vt. l. *Jesup,* welche stumpf zulaufen. Unsere Var. hat Kleinheit und Habitus der glabella, aber doch etwas spreuschuppige Spindel und eine geringere Zahl von Fiedern.

Hab. Simplon *Thomas*. Gondo *Favre* 1856. Rochers à Au près de Bevers 1880 *R. Feer*. Hb. *Leresche*. Rochers sur Bevers *Favrat* 1880. St. Moritz, rive droite de l'Inn au-dessous de la Cascade *Muret*. Sous Cresta, Eng. sup. *Favrat* 1866. Matmar Saas *Rosine Masson* 1869. Auch ob Tirano in den Weingärten *Coaz*.

Anmerkung. Die W. glabella R. Br. ist bisher nicht bei uns, sondern ausser dem hohen Norden Asiens, Europas und Amerikas nur im Dolomitgebirg Südtyrols gefunden. Ich habe sie von der Seiser Alpe l. *Rosenstock* herb. pterid. Wirtgen 124.

Areal der Art.

Subarctisch-alpin im N. von Asien, Europa und O. Amerika und daselbst verbreitet, steigt aber nicht in die deutschen Mittelgebirge herab, sondern benimmt sich durchaus als echte Alpenpflanze. Sie erscheint nur auf dem höchsten Kamm der Sudeten und der Tatra, hat dagegen sehr viele Standorte in der ganzen Alpenkette von Kärnten bis zu den W. Alpen (Glacier des Allues en Tarentaise *Fauconnet*. La Gardiole, Cott. Alpen! *Rostan*), den Seealpen *(Burnat)* und den Pyrenäen. In

unserer Nachbarschaft ist sie in Chamounix: Les Ouches *Rapin.* Base de la chaîne du Brevent jusqu'au Pont Pélissier à Servoz, rive droite de l'Arve *Payot* und bei Bormio von 8 Standorten bes. Confinale, Livigno, Val Furva *Cornaz, Longa, Levier.*

42. W. Ilvensis.

A(crostichum L. Spec. pl. 1071) R. Br. Linn. Transact. XI 173.
W. hyperborea β rufidula Koch synops. Ed. II 975. Luerss. 507.
W. ilvensis Babington cit. Subspecies W. rufidula Aschers. 45.

Da ich unsere beiden Woodsien für genügend verschieden halte, und die Behauptung von Luerss. 502, dass sie allmälich in einander übergehen, bei der Untersuchung eines umfassenden Materials aus allen Bezirken ihres Vorkommens nie bestätigt fand, so kann ich auch nicht nach Ascherson's Vorgang den Namen Linnés Ilvensis für eine Gesamtart verwenden, sondern folge R. Br. und dem Grundsatz der Priorität in Verwendung dieses Namens für die nunmehr zu behandelnde Art.

Hab. Nur an drei bekannten Stellen unserer Centralalpen:

1. St. Moritz Engadin Rive gauche du lac *J. Muret* 1865, *Favrat* 1865. Rochers à gauche de l'Inn en face des bains de St-Moritz 1868 *Leresche* und *Muret.* Rochers vis-à-vis de la maison des Bains de St-Moritz 1860 und 1873 *E. Burnat.* Parois de rochers au dessus des Bains 2000 m. *Kiener.* Maloja nach R. Beyer.

2. Calanca Feldmauer ob Arvigo 2700′ *Brügger.*

3. Nach E. Killias flor. Unter-Engadin 211 an Felsen gegenüber Lavin 1856 l. Theobald und bei Süs und Sürön d'Ardex l. Mohr. n. v.

Areal der Art.

Um eine Stufe weniger subarctisch-alpin als W. alpina. Verbreitet in N. Asien, N. Europa und N. Amerika, kommt herab an zahlreiche Standorte in die mitteldeutschen Gebirge bis Thüringen und zur Röhn, nach Böhmen, Mähren, in die Karpathen, und in den südlichen Schwarzwald am Hirschensprung bei Freiburg i./B., woher mir ein Exemplar l. Stud. *Rees* Aug. 1864 c. Lœsch vorliegt. Dagegen tritt die Art nur an sehr wenigen vereinzelten Punkten in den Alpen (glaciales Relict) auf; ausser den von uns schon genannten im Oetzthal und in Steiermark nach Aschers. 46. Aus Chamounix, wo W. alpina nicht selten ist, habe ich die Pflanze nicht gesehen, obschon V. Payot in der zweiten Auflage seiner Fougères des env. du Montblanc 1881. 5 beide Woodsien aufführt.

B. Osmundaceæ.

Brongniart Hort. Veget. Fossil. I 144.

Osmunda.

L. Gen. Plant. Ed. I 322. Luerssen 519. Aschers. 99.

43. O. regalis.

L. Spec. Pl. Ed. I 1065.

Hab. Ähnlich wie bei Struthiopteris, dringt dieser stattliche Farn in die nördliche Schweiz nur in Spuren ein, oder hat sich daselbst nur in solchen erhalten, während er in der untern Zone der Tessiner Seethäler an quelligen Orten, Waldrändern und in Gebüsch, selbst an nassen Mauern (Melide!) verbreitet ist.

1. Bünzenmoos (nicht Büngermoos Luerss. 533) Bez. Muri C. Aargau *F. Mühlberg* 1876. *Lüscher* 1890.

Der Standort von Noville bei Villeneuve (Luerss. 533) wird durch die Herbarien nicht bestätigt.

Dies die gewöhnliche, von Milde fil. Europ. 176 als Forma borealis bezeichnete Pflanze mit ansitzenden ovalen ziemlich stumpfen und am Rande nicht oder kaum gezähnelten Fiederchen.

2. Im insubrischen Gebiet herrscht vor

Var. Plumieri.

Osmunda Tausch flor. Regensburg. 1836. 426.

Pflanze grösser, Fiederchen entfernt, zahlreicher, verlängert lanzettlich bis parallelrandig 4 bis 6 cm. lang, und scharf kleingesägt, oft etwas gestielt, oft geöhrelt.

Hab. Becken des Lago Maggiore:

Magadino *Haller fil.* M. Cenere *J. J. Bernoulli, W. Favrat. Troyon.* Valle di Moscia *Favrat.* Valle del Rebissale Locarno *Franzoni.* Arcegno *Franzoni.* Ponte Brolla *Lüscher, Schinz, Christ.* Ascona *Muret.* Madonna di Sasso *Burnat.* Orsellina *L. Fischer.* Ronco d'Ascona *Franzoni* eine etwas monströse sehr grosse Form mit an der Basis tief gelappten Fiederchen. Al Molino Lorazzi strada di Ronco d'Ascona *Franzoni* eine zu der Kümmerform pumila Milde cit. 197 neigende Form.

Becken des Lago di Lugano:

Figino W. vom Salvatore *E. Fischer.* Zwischen Melide und Morcote! *L. Fischer* (ein Exemplar mit geflügelten Spindeln) Piano Scairolo bei Lugano *Lüscher,* mit ganzrandigen aber sehr verlängerten Fiedern. Lago di Muzzano *E. Fischer.*

Eine Pflanze von Piano Scairolo bei Lugano *H. Lüscher* hat in der fertilen Blattspitze fertile Fiederchen, welche in sterile Lappen enden, und hinwiederum in der sterilen untern Blatthälfte Fiederchen, welche an der Basis etwas fertil sind. Dies Forma interrupta Milde nov. act. 26. 2. 649.

Areal der Art.

Fast cosmopolitische Sumpfpflanze, die nur im hohen Norden, und in den Hochgebirgen fehlt und in Amerika von den Vereinigten Staaten bis zum südlichen Brasilien (Minas Geræs *Schwacke)* wohl ihr ausgedehntestes Gebiet hat. In Europa ist sie mehr im Westen als im Osten zu Hause und scheint von Österreich an durch Russland zu fehlen, um erst in Asien auf der Südseite des Kaukasus wieder zu beginnen. Im östlichen Asien geht sie über Vorderindien nach China und Japan. Aus dem Malayischen Gebiet und Australien habe ich sie nicht gesehen. In Afrika ist sie vom Süden durch die Tropen bis Abessinien hinauf und bis Madagaskar *(Forsyth Mayor)* und Reunion *(Cordemoy)* verbreitet. In unserer Nachbarschaft ist sie längs dem ganzen südlichen Alpenbogen (Val Malenco Veltlin *E. Levier* Domodossola *Haller fil.* Herb. Delessert) und durch Frankreich (Savoyen Verel-Montbel *Chabert)* von den Pyrenäen bis Belgien verbreitet, ebenso in der Rheingegend (Fuss des Schwarzwaldes bei Freiburg i./B. Dœll. fl. Bad. 46) bis Norddeutschland, im östlichen Deutschland ist sie schon seltener.

C. Ophioglossaceæ.

R. Brown Prodr. Fl. nov. Holland 163.

Ophioglossum.

L. gen. plant. Ed. 1. 322. Luerss. 540. Aschers. 102.

44. O. vulgatum.

L. spec. pl. Ed. I 1062. Luerss. 512.

Hab. Dieser Farn ist wie Botrychium Lunaria keine eigentliche Humuspflanze, sondern zieht mineralische Erde, besonders Kalk vor, und wächst in freiem Stande zwischen dem Rasen auf etwas feuchten lehmigen Weiden mit Juncus, Orchis conopsea und militaris. Weil in gleicher Höhe mit dem Rasen, wird er meist leicht übersehen, wächst aber durch die ganze Schweiz in kleinen Gruppen zerstreut, mit Ausnahme des Hochgebirgs, aber bis in die Berg-Region. Nirgends häufig, aber selten ganz fehlend, oft in der Nähe unserer Seen und Moore, aber nicht im

Wasser, sondern wohl nur deshalb, weil diese Localitäten an ihren Rändern noch alten, d. h. nie bedüngten Boden bieten.

Ich nenne nach den verglichenen Herbarien folgende einzelne Standorte:

Mittelland und Voralpen:

Rottenschweil bei Bremgarten *Lüscher*. Belpmoos Bern *L. Fischer*. Radefingen *v. Rütte*. Rüggisberg *Dr. Trachsel* 1823. Seegwatt und Neuhaus Thun *L. Fischer*. Itschnach Zürich *Frœbel*. Mettmenstetten *Dr. Hegetschweiler*. Albis *G. Bernoulli*. Regensdorf *H. Schinz*. Katzensee *Prof. Meyer*. Altstetten *Jæggi, Wilczek*. Hüttensee *Eggler*. Ehrlen, Wollerau *Eggler*. Lorzenbett- und See Zug *Hürlimann*. Zwischen Cham und Zug *Weber-Strebel*. Einsiedeln bei der Weid *Pat. Bruhin*. Gütschwald Luzern Herb. Lucern. Marais d'Avenches *Wilczek*. Chamberonne Lausanne *Jaccard, Wilczek*. Savigny Aubonne *Favrat, Vetter*. Echichens *Jaccard*. Flochères Aigle *Jaccard*. Brent sur Vevey *Blanchet*. Devens Bex *Favrat*. S. Prex C. de Vaud *F. Suter*.

Jurarand: Mosenthal Schaffhausen *Schalch*. Lostorf Aargau *Herb. Wieland*. Ettingen *R. Preiswerk*. Dornacher Schloss *Alioth, Christ*. Entre Delémont Vicques et Courrendelin *Lerch, Tièche*. Yverdon *v. Rütte*. Boudry Grandson *Godet*. Marais de Cornaux *Chaillet* Hb. Godet. Creux de Crosettes bei Valleyres *W. Barbey*. Chaux-de-Fonds *Godet*. Genf Bernet in *Wartmann* und *Schenk* 399. Avenue d'Aïre *Rosine Masson, Ph. Paiche*. Châtelaine, Bois des frères, Glacis de St.-Jean (einst) *Reuter*. Salève *Dupin*.

Alpen: Ilanz *Amstad*. S. Bernardino luoghi erbosi fra boschi presso il lago *Franzoni*.

Tessin: Losone prati sotto Lorenzo *Franzoni*.

Die Art variiert nicht ausser in den Dimensionen:

Exemplar von Aïre: Pflanze 36 cm., steriler Blattteil 10 cm. auf 4 cm., Ähre 5 cm.

Exemplare von Wollerau *Eggler* sind sehr klein: sterile Spreite $2^1/_2$ cm. auf $1^1/_2$ cm.

An einzelnen Exemplaren ist das Nervennetz so deutlich als bei O. reticulatum L.

Areal der Art.

Bei dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnis von der Affinität der unendlich zahlreichen Formen des cosmopolitischen Genus ist das Areal unmöglich genau anzugeben. Die Pflanze N. Asiens von Japan bis Europa und des östlichen N. Amerika ist genau unsere Form, die sich aber auch an den verschiedensten tropischen Standorten ganz ähnlich oder identisch findet. In unsern Nachbarländern ist die Art überall sporadisch vertreten.

Botrychium.

Sw. Schrad. Journ. 1800. II Stück p. 8. 110. Luerss. 551. Aschers. 103.

45. B. Lunaria.

(Omunda L. Sp. pl. Ed. II 1519) Sw. cit. 110. Luerss. 555. Aschers. 104.

Hab. Keine Pflanze des rein vegetabilischen Humus, sondern in oft recht schwerer Thon- und Kalkerde. In der norddeutschen Ebene eine Wiesenpflanze des Tieflandes, findet sie sich bei uns erst auf den Weiden des Gebirgs von 800 bis 1000 m. an häufig; niedrigere Standorte sind weit seltener. Ihre Verbreitung ist eine sehr allgemeine durch Jura, Voralpen und Alpen bis in die höhere Alpenregion bis 2000 m. und höher: z. B. Mont Thion Wallis 2200 m.! meist in zerstreuten, oft punktartig vereinzelten Exemplaren, hie und da auch in Menge und dann im Entwicklungsgrade sehr veränderlich; stets in offenem Stand zwischen der Grasnarbe. Angabe einzelner Standorte ist wegen der allgemeinen Verbreitung zwecklos.

Ausnahmsweise niedrige Fundorte des Plateau sind: Reiden *H. Lüscher.* Neubrückstrasse Bern *L. Fischer, H. Lüscher.* Burgdorf *Zollikofer.* Wohlen *F. Fischer.*

Variiert im Grad der Entwicklung des fertilen und noch mehr des sterilen Blattteils, und in der Zahl der einem Rhizom entspringenden Blätter.

Var. incisum. Milde Monogr. Ophiogloss. 5.

Die Fiedern des sterilen Blattstiels sind mehr oder weniger tief gekerbt (dies v. subincisa Rœper fl. Mecklenb. 111) bis in keilige Lappen eingeschnitten. Dies ist besonders an grossen Exemplaren der Fall, wo dann auch oft die untern Fiedern ziemlich lang gestielt sind. In unserm Gebiet ist diese Erscheinung so häufig, dass man versucht ist, den Charakter der mehr oder minder geschlitzten Fiedern in die Artmerkmale der entwickelten Pflanze aufzunehmen.

Hab. Fast überall mit der ganzrandigen Normalform: Engelberg ob Olten *H. Lüscher.* Neubrückstrasse Bern *Lüscher.* Mürren *E. Fischer.* Combettes Château d'Oex 2000 m. *Jaccard.* Joux-brûlées Martigny *Jaccard.* S. Bernardino *Franzoni.* Bistinenpass Saas 2300 m. *Wilczek.* Silvaplana *Rosine Masson.* Marchairuz *Vetter.* Oberberg Churwalden 5000 bis 5500′ *Brügger.* Val Minor Bernina *Schrœter.* Ein Exemplar Arosa Weisshorn 2200 m. *C. Wilczek* ist 27 cm. hoch, der sterile Blattteil 9 cm. lang, 4 cm. breit, die drei untern Fiederpaare sind gestielt und fast zum Grunde gelappt. Ähnlich Champey Catogne *Wilczek* und *Jaccard.*

Ein Exemplar Treize Arbres Salève *Du Commun:* unterste Fiedern $3^1/_2$ cm. lang dreifach eingeschnitten.

M. Lachat Chamounix *Payot:* Exemplar mit nierenförmigen in einen Stiel verlängerten tief eingeschnittenen Abschnitten von 3 cm. Länge und Breite, an Gingko mahnend. Creux du Van *Morthier* mit sehr grossem, breit deltoidem sterilem Blattteil.

Var. fasciculatum.

v. tripartita Moore nat. print. Brit. ferns II 324. 332. ex parte.

Ich begreife unter dieser Bezeichnung die Pflanzen, welche an der Abzweigungsstelle des fertilen und sterilen Blattteils eine mehrfache Gabelung zeigen, und zwar meist so, dass neben den fertilen Teil noch zwei weitere treten, wodurch die bei B. ramosum sehr gewöhnliche, bei Luerssen S. 571 Fig. 180 abgebildete Gestaltung entsteht. Zugleich wird dann auch öfters die fertile Lamina unregelmässig dreiteilig, oder es tragen die untersten Äste der Rispen rudimentäre Blattsegmente. Diese bei uns gar nicht seltenen Formen sind kaum als monströse anzusehen; ich finde darin eher eine Analogie mit dem B. ramosum, wo diese Formen beinahe die Regel sind.

Hab. Zwischen Pfäffikon und Hurden *Eggler* Herb. Rhiner. Frinvillers Biel *Wartmann* und *Schenk* Schweiz. Crypt. 398. Coullaytes Château d'Oex *Jaccard.* Röthe Weissenstein *F. Schneider.*

Châtel sur l'Isle Jura Vaudois *Wilczek.* Exemplar am Insertionspunkt zweiteilig, ein Teil trägt eine dreiteilige fertile Rispe, der andere ein fertiles Blatt und eine fertile Rispe.

Petit Salève *A. Guinet:* Pflanze 2 dcm. lang, mit gebüschelt verästeltem fertilen und sterilen Teil: ersterer dreiteilig, letzterer verästelt und mit kleinen sterilen Spreiten und fertilen Ähren alternierend: Abschnitte sehr gross, lang gestielt, tief doppelt gelappt.

Reiden 1882 *Lüscher:* steriler Blattteil stark gelappt, an den zwei untersten Abschnittpaaren fertil, fertiler Blattteil normal.

Feegletscher Engadin *E. Fischer:* monströse Form mit Sporangien an sonst normalen Fiedern des sterilen Blattteils.

Lusus nanum.

Kümmerform meist von Standorten, wo viele Pflanzen zusammen vorkommen: sehr kleine Pflanze von 2 bis 6 cm. Länge mit nur rudimentär angedeuteter oder 2 bis 3 mal eingekerbter steriler Spreite und fast einfacher fertiler Ähre.

Hab. Pilatus *Lüscher.* Mauvoissin Bagne *Vetter.* Piora! Simplon Hospiz *Vetter.* Binn *Vetter.* Bormio *E. Levier.*

Lusus multicaule.

Aus einem Rhizom erheben sich mehrere, normale Blätter mit wohl ausgebildeten sterilen und fertilen Abschnitten. Jede Blattbasis zeigt ihre macerierte Scheide, das Rudiment des vorjährigen Blattes.

Hab. Exemplar mit sieben Blättern Kleiner Mythen *Herb. Rhiner.*

Exemplar mit fünf Blättern Grindelwald *S. Würz,* nun in meinem Garten in Liestal cultiviert.

Exemplar mit drei Blättern Salève Sommet *E. Ayasse.*

Exemplar 3 und 4 blätterig auch von Weissenburg Elsass Herb. Normale *Schultz* Cent. 10. 984.

Exemplar dreiblätterig Ballon d'Alsace *M. A. Desmeules* Herb. Delessert.

Areal der Art.

1. Europa und N. Asien bis Japan. (*Faurie*).
2. N. Amerika in den mittlern und nördl. Staaten.
3. Temperierte Südhemisphäre: Australien und Chile.

46. B. simplex.

Hitchcock in Silliman Amer. Journ. VI. 103. Luerss. 576. Aschers. 108

Hab. Das Indigenat dieser in der Alpenkette sehr seltenen Art in der Schweiz ist immer noch ganz genau festzustellen.

Nach Zabel (Gartenmeister in Münden) ist ihm ein Ex., in einem Rasen von Selaginella spinulosa versteckt, frisch aus der Gegend von Engelberg (Gerschni-Alp?) zugekommen (in litt. und österreich. bot. Zeitung 1877. 91) Ich habe es daselbst stets vergeblich gesucht.

Dagegen fand ich ein Ex., dem Bilde bei Luerssen S. 578 Fig. 181 k. ziemlich entsprechend, nur etwas stärker, nahe der Grenze in der Schlucht von Finstermünz vor dem kleinen Tunnel Nauderser Seits im Gebüsch etwas unter der Strasse an einem Fusssteig gegen den Inn Juli 1891, das ich leider, weil verloren gegangen, nicht mehr controlieren kann und daher nur mit einem ? anführen will.

Die nächsten alpinen Standorte sind in Chamounix au Couveret *Payot* 1848 Herb. Reuter: 3 sehr grosse Ex. mit gezweiter und gedreiter steriler Spreite, genau der Fig. 181. q. bei Luerss. entsprechend, von Reuter in Sched. B. Lunaria v. ambigua genannt. Von V. Payot im Catalogue des fougères etc. des environs du Montblanc 1860. 15 als B. Reuteri beschrieben. Gremli Excurs. fl. Ed. 8. 460 zieht Payot's Pflanze unrichtiger Weise zu B. ramosum.

Dann erst im östl. Tirol: Windisch Matrei *Utenpranger,* Virgen und Pregraten. Von kleinen Ex. des B. Lunaria ist die Art durch die gestielte kurze, mehr breit dreieckige und oft dreigeteilte, näher an der Basis abzweigende sterile Spreite mit stumpfkeiligen — nicht eckig halbnierenförmigen — wenig zahlreichen Lappen und den lang gestielten fertilen Blattteil zu unterscheiden.

Areal der Art.

1. Nordöstliches Amerika.

2. Zerstreut im nördlichen Europa bis herunter nach Magdeburg und Thüringen.

3. Auf den oben angegebenen Punkten der Alpenkette als glaciale Relicte.

47. B. ramosum.

(Osmunda Roth Tent. flor. germ. I 444) Aschers. synops 1 105. fl. Brandenb. I 906. B. matricariaefolium A. Br. bei Doell Rhein. fl. 24. Luerss. 569.

Hab. Ganz vereinzelt in Wäldern der Urner-Alpen: Bannwald über Altorf *Gisler* († Chorherr in Altorf) 1885 5 Ex. und 1887 Juni 12 Ex. Herb. Rhiner, entsprechend der Fig. 180 d. S. 571 bei Luerssen. Die sterile Spreite ist fast einfach gefiedert, nur die untersten Fiedern eingeschnitten gezähnt. Das Ex. im Herb. Polyt. derselben Provenienz ist entwickelter und gleicht dem Bilde Luerss. 108 e.

Madranerthal *Prof. Huguenin* Herb. Univ. Turic. Ex. mit 3 fertilen langgestielten Ästen; steriler Blattteil wie 108 e.

Areal der Art.

Ein ziemlich ausgedehntes aber vielfach punktförmig zerstreutes:

1. Norden der östl. Halbkugel, in Europa bis Grossbritannien und in die Gebirge Deutschlands und Frankreichs, an vielen Orten bis in die Alpen. Südlichster mir bekannter Standort: Boscolungo in Monte Majori, Appennin. v. Pistoja 1886 *E. Levier*. Siehe auch Bullet. Soc. bot. Ital. 1900. 135.

2. Nordamerika in höhern Breiten auf der O. und Westseite.

Benachbarte Standorte sind die Vogesen, Hoheneck und lothringische V. bei Bruyères Doell fl. Bad. 52) Bitsch *F. G. Schultz* fl. Gall. Germ. exs. 575 und nach Luerssen der Schwarzwald bei Freiburg, die Gegend von Bormio und Chamounix. Exempl. aus letzteren 3 Gebieten sah ich nicht.

48. B. lanceolatum.

(Osmunda Gmelin Nov. Comment. Acad. Petrop. XII 516.) Ängstroem Botaniska Notiser 1854. 68 Luerssen Farnpfl. 567. Aschers. synops. I 107.

Hab. Vereinzelte Punkte der innern hohen Alpenthäler.

1. S. Bernardino luogo erboso presso il laghetto vicino al villaggio. 13. Juli 1850 *Franzoni*, schon von F. v. Tavel (Bericht Deutsch. Bot. Ges. IX 1891, 172) richtig im Herb. Franzoni (jetzt im Museum von Locarno) erkannt.

2. Au dessus de Pontresina *Reuter* 1859 in Herb. Reuter und Herb. Boiss. Ebenda *Caviezel* 1890 Herb. Polyt.

Sonst in der Alpenkette nur bei Cles in S. Tirol nach Luerssen cit. Nach Milde Monogr. Botrych. 133 auch am Col de Balme auf französ. Gebiet, aber von mir in keinem unserer Herb. gesehen, auch von V. Payot nicht angegeben.

Die Ex. Franzoni's sind entwickelter als das bei Luerss. 568 f. 179 abgebildete und ganz Nord-Amerikanischen von Subbery Mass. *Faxon* und aus Skandinavien: Ume Bagybôlo *Almquist* gleich. Die sterile Spreite ist an der Basis in 2 und mehr Teile geteilt. Das Ex. von Pontresina Reuter gleicht genau der Abbildung Luerssens.

Die Art ist von B. ramosum sofort durch die spitzen Lappen der sterilen Spreite zu unterscheiden.

Areal der Art.

Der höhere Norden:

1. Im subarctischen Europa und N. Ostasien.

2. Auf den angegebenen zerstreuten Punkten der Alpen: versprengte Leitpflanze der subarct. Flora.

3. In Grönland und im nordöstl. Amerika.

49. B. ternatum.

Thunbg fl. Japon 239.

Var. Matricariae (Osmunda Schrank Baier. flora II 419)
B. Matricariae Sprengel Syst. IV 23. Aschers. 110.
B. rutaefolium A. Br. bei Doell Rhein. fl. 24. Luerss. 582.

Die nordrussischen und zum Teil auch die ostasiatischen und nordamerikanischen Exemplare dieser Pflanze zeigen in entscheidender Deutlichkeit die Zugehörigkeit der europäischen Form zu der, besonders in Ostasien bis in die Tropen verbreiteten. Die Unterschiede sind rein quantitativ; alle Dimensionen auf $^1/_3$ bis $^1/_4$ reduciert, die letzten Abschnitte des sterilen Blattteils kürzer, stumpfer, der Stiel des fertilen Blattteils namhaft verkürzt. Siehe Luerss. 584 Fig. 182. d.

Hab. Nicht auf Schweizergebiet, aber demselben so nahe, dass die zwischen Gras verborgene bloss 5—8 cm. hohe blassgrüne Pflanze wohl noch daselbst aufgefunden werden kann: in den Vogesen Kirschleger fl. Vogeso-Rhen. II, 275. Chamounix: Pied du Couvercle et au Bouchet au lieu dit Hortaz et Pliampraz 1848, *Payot* Herb. Reuter.

Bormio, salendo da Presura a Cardone 1890. 9. Sept. *Massimino Longa* Herb. Cornaz. Pascua subalpina supra ripam dextram fluminis Viola et Ponte All pr. S. Carlo 1600—1700 m. Sept. 1895. id. Herb. Levier.

Areal der Art.

Das Gesamtareal mit Inbegriff der grössern Formen beherrscht Nordamerika bis nach Centralamerika (Guatemala *Bernoulli*), Nordeuropa bis Süddeutschland und in die Alpen, und Ostasien von hohen Breiten durch die Tropen bis Australien. Die europäische kleinere Form tritt in den höhern Breiten von Asien und Nordamerika ganz ähnlich, wenn auch selten in solcher Kleinheit auf.

50. B. Virginianum.

Sw. in Schraders Journ. II, 111. Luerssen 588. Ascherson 110.

Hab. Seltenheit der mittlern Waldregion unserer nordöstlichen Alpen, nicht in den centralen Ketten, im tiefen Humus des halben oder ganzen Waldschattens.

1. Sackberg bei Glarus, 3 Kolonien von ungefähr 20 bis 30 Stück, *J. Gehring*, Waisenvater in Glarus, 1895.

2. Serneus im Prätigau, Erlenauen zu beiden Seiten der Landquart, 900—980 m., mit Malaxis monophylla, 3. Aug. 1880 *Brügger*. Ebenda taillis en face des bains le long de la Landquart rive droite *Favrat* 1886. *Lüscher* 1890, welcher auch ein Exemplar weiter oben in der Nähe von Klosters fand (mündliche Mitteilung).

Diese Exemplare an Grösse entsprechend der skandinavischen Pflanze 2 dcm. hoch, sterile Spreite 1 dcm. lang.

3. Gebüsch am Cauma-See Flims *G. Klebs*, 1880. *W. Bernoulli*, 1881 und später, in Anzahl.

Diese Exemplare klein, Pflanze 1 dcm. hoch, sterile Spreite 6 cm. lang und breit, entsprechend Ex. aus N. Russland, Wologda l. *Ivanitzky*.

4. Tschiertschen, Schanfig l. Tarnuzzer nach C. Schroeter. n. v.

Areal der Art.

1. Waldpflanze Amerikas von der subarctischen Zone längs der Anden bis Brasilien, schon in den nördlichen Ver. Staaten von 3 bis 5-facher Grösse unserer Form.

2. Dann im nordöstlichen Asien und nordöstlichen Europa bis Schweden, Ostpreussen, Galizien und Banat; weder im Tiefland, noch in den Gebirgen Mitteleuropas.

3. An zerstreuten Punkten der östlichen Alpenhälfte: uns zunächst erst bei Lienz und Berchtesgaden (Aschers. 111).

II. Hydropterides.

Willd. Acta Acad. Erfurt. I. 8. excl. Isoëtes.

Marsilea.

L. Gen. Pl. I, 326.
Marsilia Luerss. 607. Aschers. 116.

51. M. quadrifolia.

L. Spec. Pl. Ed. I, 1099. Luerss. 613.

Hab. Sumpf- und Wasserpflanze grösserer Sümpfe der Ebene von altem Bestande, und mit diesen überall im Verschwinden begriffen.

1. Seit *Haller* (Bernoulli 89) auf der Rhoneebene in den Gräben und Sümpfen zwischen Villeneuve und Roche: marais de Roche *E. Thomas* 1823. Les Grangettes entre Villeneuve et l'embouchure du Rhône *J. Muret* 1854 Herb. Bern. Noville *Ph. Bridel* 1828. *Favrat* 1868. *Jaccard* 1892, mit der Bemerkung: pas trouvé de fructifications.

2. Marais d'Anet (bei Erlach C. Bern.) 1866 *O. Schnyder.*

3. Seit *Thurmann* auf dem Moor von Bonfol bei Porrentruy (Bernoulli 89) l. *Lüscher* 1897, mit der Bemerkung: « ich fand ein einziges Fruchtexemplar ».

Benachbarte Standorte sind oder waren: Hiltelingen unterhalb Basel (bei Leopoldshöhe) nach Haller (Bernoulli 89). Hüningen (Bernoulli 89). Von den Neuern nicht mehr gefunden. Colico *Brügger.* Herb. Helv. Zweifelhaft, weil von Niemand verificiert, ist die Angabe der fl. Comense von Comolli: Paludi d'Agno (Lenticch. 19).

Areal der Art.

Pflanze der Steppenseen und mit diesen verschwindend. Zerstreut, aber in zahlreichen Kolonien von Japan und China durch Asien und Mitteleuropa bis Spanien, und selten im östlichen Nordamerika: Lichfield Conn. *W. W. Bailey.* Rings um die Schweiz nicht selten: Rhein-

thal in Baden und Elsass, bayr. Innthal, Adda- und Tessinthal (Pavia *Penzig*). La Bresse am Fusse des französischen Jura (Grenier fl. Jur. 949), mit welchem Gebiet der Vorposten bei Bonfol zusammenhängt.

Pilularia.

L. gen. Plant. Ed. V. 486. Luerss. 616. Aschers 117.

—

52. P. globulifera.

L. Spec. Pl. Ed. I, 1100. Luerss. 619.

Hab. In der Schweiz einzig (ob noch vorhanden?) im Moor von Bonfol bei Pruntrut mit Marsilea l. *Pugnard* in Herb. Thurmann in Pruntrut und von Schroeter verificiert. Siehe Bericht Schweiz. bot. Ges. III, 1893, 127. Von ebenda im Herb. Delessert und im Herb. Fauconnet: letztere Exemplare mit reichlichen Fruchtblättern.

Areal der Art.

Art der Steppenseen meist mit Marsilea vergesellschaftet, aber nur in Europa vom mittlern und südlichen Russland nach Westen hin zerstreut, wohl vielfach übersehen. In Asien nicht beobachtet. Benachbarte Standorte: Rheinthal, Hugstetten bei Freiburg, Baden, *Loesch.* Elsass. Rhonethal Lyon *Jordan.* Bresse Grenier fl. Jur. 949, woher die Pflanze ihren Vorposten bis Bonfol vorschiebt.

Salvinia.

Michel. Nowa plant. gen. 109. Luerss. 598. Aschers. 113.

—

53. S. natans.

(Marsilea L. Spec. pl. Ed. I, 1099) All. fl. Pedem. II 289. Luerss. 600.

ist rings um die Schweiz vorhanden, und könnte wohl in Gräben am Lago Maggiore oder Lago di Lugano, an der Rhone am Genfersee oder im Rheinthal noch gefunden werden. Wartmann und Schlatter, kritische Übersicht der Gefässpflanzen Kt. St. Gallen und Appenzell III 525 teilen mit, die Pflanze sei 1810 von Apotheker Dl. Meyer in etwa 20 sterilen Exemplaren in einem kleinen Teich auf Mühlegg bei St. Gallen gesammelt und im Herb. Wartmann aufgelegt; seither sei sie völlig verschwunden. Dies erinnert an die Aldrovanda, die im obern Rheinthal sich einige Zeit (ob noch) vorfand, und an andere erlöschende Arten der Steppenseen, die noch als Seltenheit bei uns auftreten oder schon erloschen sind. (Trapa, Scirpus mucronatus, Heleocharis ovata, Carex cyperoides etc.). Benachbarte Standorte sind: Rheinfläche von Strassburg

Fauconnet an abwärts, Lombardei bis ins Aostatha! (Bernoulli 88) zum Gardasee und im Etschthal aufwärts bis unter Meran.

Areal der Art.

Diese Schwimmpflanze ist in stehenden Gewässern der mildern Gegenden von China und Japan bis zum westlichen Europa auf vielen zerstreuten Punkten verbreitet.

Berichtigungen und Zusätze.

Seite 44 Zeile 15 von unten statt spinulosum Sw. lies *Sm.*
„ 44 „ 20 „ „ „ dilatatum Sw. lies *Sm.*
„ 46 „ 6 „ oben. Polypodieae Prantl ist als Untergruppe mit stärkerer Schrift hervorzuheben.
„ 59 „ 4 „ unten statt leptophylla lies *l*eptophylla.
„ 76 „ 11 „ oben statt Cript. lies Cr*y*pt.
„ 89 „ 14 „ unten statt creatum lies cre*n*atum.
„ 113 „ 14 „ oben nach Hybride schalte ein: zwischen A. alpestre und A. Filix femina.
„ 121 unterste Zeile lies Kitaibel.
„ 135 Zeile 11 von oben. Identisch aus England und in Gotha von Dr. Rosenstock cult. als v. Elworthii. Dasselbe ist nach ihm wahrscheinlich auch v. dentatum Lowe Brit. Ferns 135.
„ 148 Zeile 3 von oben statt Nieghem lies *T*ieghem.
„ 149 „ 9 „ „ „ Acrosich. lies Acros*t*ich.
„ 149 „ 14 „ „ „ Freidlingen lies Fr*ie*dlingen.
„ 159 „ 7 „ „ setze nach Leman einen Punkt.
„ 176 „ 11 „ unten: nach H. Lüscher (in litt.) 24. Aug. 1900 an neuem Standort im Bassin von Bonfol ½ St. vom Dorf in einem Weiher am Waldrand, einen grossen Bogen ohne Begleitpflanzen bildend und am trockenen Ufer so reichlich fruchtend, «dass man glaubt es seien Erbsen ausgeschüttet».
„ 177 Zeile 12 von oben: nach H. Lüscher (in litt.) im Herb. Helv. von Planfayon (C. Freiburg? O. Schnyder?) n. v.

Register

des speziellen Teils und des Schlüssels.

NB. Die für die Schweiz recipierten Arten und Formen sind cursiv gedruckt. Die Synonymen und nicht recipierten, der Schweiz fremden Arten und Formen sind mit gewöhnlicher Schrift gedruckt.

	Seite
Acropteris Link	102
Adiantum L.	41 60
„ *Capillus Veneris* L.	41 60
„ „ v. *Burmiense* Brügg.	61
„ „ l. *Vaccarii*	61
Allosorus Bernh.	42 56
„ *crispus* Bernh.	42 56
„ „ v. acrostichoides (R. Br.)	58
„ „ v. Brunonianus (R. Br.)	58
„ „ v. Chilensis	58
„ „ v. *pectinatus*	57
Anogramme Link	60
Aspidiaceae Luerss.	114
Aspidieae	114
Aspidium Sw.	27 114
„ *aculeatum* Sw.	43 121
„ „ Subsp. angulare (Kit.) Asch.	121
„ „ v. *auriculatum*	122
„ „ v. *hastulatum* (Ten.)	122
„ „ subsp. lobatum Asch.	115
„ „ v. *microlobum* Warnsd.	123
„ „ v. proliferum Wollast.	123
„ „ v. *rotundatum*	123
„ *aeque lobatum* × *Lonchitis*	119
„ argutum Klfs.	136 140
„ barbigerum Hook.	141
„ Batjanense Chr.	123
„ Bicknellii Chr.	124
„ Boottii Tuckerm.	147
„ *Braunii* Spenn.	43 127
„ „ × aculeatum	130
„ „ v. *rotundatum*	128

Seite

Aspidium Braunii v. *subtripinnatum* Mild. 127
„ Californicum Eat. 118
„ chrysocoma Chr. 136
„ *cristatum* Sw. 44 131 145
„ „ v. *crenatum* 145
„ „ v. *serratum* 146
„ „ × spinulosum Asch. 147
„ diaphanum Zolling. 129
„ *dilatatum* Sm. 44 131 141
„ „ v. alpinum Moore 142
„ „ v. *Chanteriae* Moore 143
„ „ v. deltoideum Mild. 142
„ „ v. *dumetorum* Moore 142
„ „ v. *oblongum* Mild. 142
„ „ l. *recurvatum* Lasch 143
„ discretum Don. 118
„ *Dryopteris* Baumg. 42 151
„ durum Lowe 136
„ elongatum Sw. 136 137
„ exaltatum Lasch. 144
„ *Filix mas* Sw. 44 131 132
„ „ „ v. *affine* Fisch. Mey 133
„ „ „ v. *attenuatum* 135
„ „ „ v. Canariense (A. Br.) 137
„ „ „ v. *crenatum* Mild. 132
„ „ „ v. *deorsolobatum* Moore 132
„ „ „ × *dilatatum* 138
„ „ „ l. *erosum* (Schk.) 134
„ „ „ l. *Heleopteris* (Borkh.) 134
„ „ „ v. incisum Moore 133
„ „ „ l. *latipes* Moore 134
„ „ „ v. *paleaceum* Mett. 136
„ „ „ v. *pseudo-rigidum* 134
„ „ „ v. *subintegrum* Doell 135
„ „ „ × *spinulosum* 138
„ „ „ v. tenuisectum Klfs. 136
„ Floridanum (Hook) 146
„ Goldieanum (Hook) 133 137
Aspidium Haleacalense Brackenr. 123
„ Hillebrandii Carruth. 118
„ ilicifolium Don. 118
„ *lobatum* Sw. 43
„ „ × *aculeatum* 124
„ „ „ v. *hastulatum* 126
„ „ „ v. *pseudo-Braunii* 125
„ „ „ v. *rotundatum* 125
„ „ β. angulare Mett. 121
„ „ v. *aristatum* Chr. 116
„ „ v. *auriculatum* Luerss. 116

	Seite
Aspidium lobatum × *Braunii* Luerss.	129
„ „ I. genuinum Mett.	115
„ „ × *Lonchitis* Murb.	118
„ „ v. *microlobum* Mild	117
„ „ × *perlonchitis*	119
„ „ v. *Plukenetii* (Lois.)	117
„ „ v. *rotundatum* Doell.	117
„ „ v. *subtripinnatum* Mild.	117
„ „ v. *umbraticum* Kze.	118
„ *Lonchitis* Sw.	43 114
„ „ v. *hastatum*	114
„ „ × lobatum Aschers.	119
„ „ v. *longearistatum*	114
„ luctuosum Kze.	118
„ Moluccense Bl.	123
„ *montanum* Vogl	44 148
„ „ v. Fauriei Chr.	149
„ „ v. *crenatum* Mild.	148
„ mucronulatum Bl.	123
„ munitum Klfs.	114
„ obtusum Hook	123
„ odontoloma Moore	141
„ pallidum (Bory)	140
„ *peraculeatum* × *lobatum*	126
„ *perlobatum* × *Lonchitis*	120
„ *perspinulosum* × *cristatum*	147
„ *Phegopteris* Baumg.	41 150
„ „ v. *obtusidentatum* Warusd.	150
„ „ v. *nephrodioides*	150
„ pilosum Schur	116
„ remotum A. Br.	138
„ „ v. subalpinum Borbas	138
„ Richardi Hook	118
„ *rigidum* Sw.	41 131 139
„ „ v. meridionale Mild.	139 140
„ *Robertianum* Aschers.	42 152
„ rufobarbatum Wall	118
„ setosum Wall.	118
„ *spinulosum* Sm.	44 131 144
„ „ Sw.	141
„ „ × *cristatum* Lasch.	147
„ „ Subsp. dilatatum Luerss. Asch.	141
„ „ v. *elevatum* a. Br.	144
„ „ subsp. euspinulosum Asch.	144
„ „ genuinum (Roep.)	144
„ *Thelypteris* Sw.	44 149
„ „ v. *incisum* Asch.	149
„ „ v. *Rogaetzianum* Bolle	149
„ „ v. squamuligerum Schlecht.	150

		Seite
Aspidium transitorium Chr.		146
„ Tsussimense Hook		118
Asplenieae Hook.		64
Asplenium L.	40	68
„ *Adiantum nigrum* L.	46	68
„ „ „ v. Adianto-rutoides Perard.		74
„ „ v. *argutum* Heufl.		68
„ „ v. Gaudichaudii Hilleb.		72
„ „ v. *lancifolium* Heufl		68
„ „ s. v. *latissimum*		69
„ „ l. *microdon* Moore		71
„ „ v. *obtusum* Mild		70
„ „ × *Ruta muraria*		74
„ „ s. v. *serpentinoides*		71
„ „ s. v. *Wirtgenii*		70
„ adulterinum Milde		90
„ anceps Soland.		93
„ Baumgartneri Doerfl.		100
„ Bourgaei Boiss.		106
„ Breynii Retz		95
„ castaneum Cham. Schlecht.		93
„ Ceterach L.		66
„ cuneifolium Viv.		73
„ „ v. Silesiacum (Mild.)		73
„ dolosum Milde		102
„ *fontanum* Bernh.	45	80
„ „ l. *abbreviatum*		82
„ „ v. *angustatum* Kch.	80	81
„ „ l. *ceratophyllum*		81
„ „ v. depauperatum Stansf.		82
„ „ v. Halleri (D. C.) Luerss.		80
„ „ v. *Insubricum*		83
„ „ v. macrophyllum St. Lager		85
„ „ v. minus Mild.		81
„ „ v. *obtusilobum*		81
„ „ v. pedicularifolium Kch.		80
„ „ l. *recurvatum*		83
„ „ f. typica Luerss.		80
„ „ × viride		8
„ Foresiacum (Le Grand)		84
„ Forisiense (Le Grand)		85
„ Gautieri Chr.		88
„ *Germanicum* Weis	45	93
„ „ f. alpestris Mild.		96
„ „ v. *alternifolium* Wulf		96
„ „ v. Kneuckeri		97
„ „ × *perseptentrionale*		101
„ „ × *pertrichomanes*		99
„ „ × *Trichomanes*		99

		Seite
Asplenium Halleri DC.		80
„ „ v. Foresiacum Le Grand		84
„ Hansii Asch.		101
„ Hauchecornei Asch		98
„ heterochroum Kze.		93
„ Heufleri Reich.		99
„ lanceolatum Huds.		86
„ montanum Willd.		72
„ mucronatum Prsl.		89
„ normale Don.		93
„ *Onopteris* L.	46	72
„ perfontanum × viride		88
„ *pergermanicum* × *Trichomanes*		100
„ porphyrorachis Bak.		106
„ Preissmanni Asch. Luerss.		98
„ Reicheliae Doerfl. Asch.		98
„ *Ruta muraria* L.	45	75
„ „ „ s. v. *Bergamascum*		78
„ „ „ v. *brevifolium* Heufl.		77
„ „ „ v. *Brunfelsii* Heufl.		75
„ „ „ v. *cuneatum*		77
„ „ „ s. v. *elatum* Lang		76
„ „ „ s. v. *Godeti*		77
„ „ „ s. v. *heterophyllum* Heufl.		75
„ „ „ v. *leptophyllum* Wallr.		76
„ „ „ s. v. *macrophyllum* Wallr.		76
„ „ „ v. *Matthioli* Heufl.		76
„ „ „ v. *microphyllum* Wallr.		76
„ „ „ v. *pseudo-Germanicum* Heufl.		78
„ „ „ s. v. *pseudo-lepidum* Chr.		77
„ „ „ v. pseudo-nigrum Heufl.		74
„ „ „ v. *pseudo-Serpentini* Mild.		78
„ „ „ × *septentrionale* Murb.		79
„ „ „ s. v. *tenuifolium* Mild.		77
„ „ „ s. v. *Zoliense* Heufl.		78
„ *Septentrionale* L.	45	102
„ „ v. *depauperatum*		104
„ „ × Ruta muraria Asch.		79
„ tabulare Schrad		72
„ *Trichomanes* L.	45	91
„ „ × Adiantum nigrum Asch.		102
„ „ v. *auriculatum* Mild.		91
„ „ l. *Harovii* Mild.		92
„ „ v. *hastatum*		92
„ „ v. *inciso-crenatum* Asch.		92
„ „ l. *incisum* Moore.		92
„ „ v. *lobato-crenatum* DC.		92
„ „ v. *microphyllum* Mild.		91
„ „ l. *multifidum* Moore		93

Seite

Asplenium Trichomanes s. l. *pachyrachis* 92
„ „ × *Ruta muraria* Asch. 97
„ „ × septentrionale Asch. 93
„ „ s. v. *Wirtgenii* 91
„ *viride* Huds. 45 89
„ „ v. *alpinum* Schleich. 90
„ „ v. inciso-crenatum Mild. 89
„ „ v. *incisum Bernoull.* 89
„ „ v. *microphyllum* 90
„ „ s. v. *oblongum* Chr. 90
„ „ s. v. *sectum* Mild. 89
„ Wardii Hook. 106
Asplenum Kuhn 68
§ Athyrioides Asch. 80
Athyrium Roth 40 106
„ *alpestre* Ryl. 41 111
„ „ v. *dentatum* (Luerss.) 113
„ „ v. *fissidens* (Luerss.) 112
„ „ v. *multidentatum* (Luerss.) 113
„ australe (Brack) 106 111
„ axillare (Wlld.) 111
„ bellum (Clarke) 106
„ *Filix femina* Rth. 40 106
„ „ „ s. v. *angustissimum* 108
„ „ „ s v. *auriculatum* 109
„ „ „ s. v. *confluens* Moore 108
„ „ „ v. *dentatum* Doell. 108
„ „ „ v. *fissidens* Doell. 107
„ „ „ l. Fritzelliae Bain. 110
„ „ „ l. *laciniatum* Moore 110
„ „ „ l. *latipes* Moore 109
„ „ „ v. *multidentatum* Doell. 108
„ „ „ s. v. *pseudo-dilatatum* 109
„ „ „ s. v. *pseudo-nigripes* 107
„ „ „ s. v. *pseudo-Nipponicum* 107
„ „ „ s. v. *pseudo-umbrosum* 109
„ „ „ l. *Rhaeticum* Moore 110
„ „ „ v sublatipes Luerss. 110
„ Rhaeticum (L.) 111
„ Schimperi (A. Br) 111
„ umbrosum (R. Br.) 106 109 111
Blechneae Hook. 63
Blechnum L. 40 63
„ *Spicant* With. 40 63
Botrychium Sw. 39 170
„ *lanceolatum* Angstr. 43 173
„ *Lunaria* Sw. 43 170
„ „ v. ambigua Reut. 172
„ „ v. *fasciculatum* 171

	Seite
Botrychium Lunaria v. *incisum* Mild.	170
„ „ l. *multicaule*	171
„ „ l. *nanum*	171
„ „ v. tripartitum Moore	171
„ Matricariae Spreng	174
„ matricariaefolium A. Br.	173
„ *ramosum* Asch.	43 173
„ Reuteri Payot	172
„ rutaefolium A. Br.	174
„ *ternatum* Thnbg.	42 174
„ v. *Matricariae* (Spreng.)	174
„ *simplex* Hitch.	43 172
„ *Virginianum* Sw.	42 175
Ceterach Willd	42 66
„ aureum L. v. Buch	67
„ *officinarum* Wlld.	42 66
„ „ v. *crenatum* Moore	67
„ „ v. *depauperatum* Moore	67
Cheilanthes Sw.	41 58
„ *fragrans* Webb.	41 58
„ micropteris Sw.	111
Cryptogramme R. Br.	56
Cyrtomium Prsl..	153
Cystopteris Bernh	40 155
„ Canariensis Prsl.	158
„ *fragilis* Bernh.	44 155
„ „ v. *acutidentata* Doell.	157
„ „ subsp. alpina (Desv.) Asch.	158
„ „ v. *angustata* Kch.	157
„ „ v. *anthriscifolia* Kch.	156
„ „ v. *cynapifolia* Kch.	157
„ „ s. v. *deltoidea* Mild.	156
„ „ v. deltoidea Shuttlew.	162
„ „ v. *dentata* Hook.	157
„ subsp. eufragilis Asch.	155
„ s. v. *Favrati*	156
„ subsp. genuina Bernoull.	155
„ × *montana*	162
„ subsp. regia Asch.	158
„ s. v. *Tavelii*	158
„ s. v. *Woodsioides*	158
montana Bernh.	44 161
„ Moupinensis Franch.	163
„ *regia* Prsl.	45 158
„ „ v. *alpina* (Wulf.) Koch.	160
„ „ s. v. *deltoidea* Mild.	161
„ Sudetica A. Br. Mild.	163
Dilatatum J. Sm.	131
Diplazium Sw.	106

Seite

Diplazium Ceylanicum (Hook) 106
„ lanceum (Thnbg.) 106
§ Dryopteris 151
Filix mas J. Sm. 131
Gynmogramme Desv. 42 59
„ *leptophylla* Desv. 42 59
§ Hemestheum Newm. 43
Hydropterides Willd. 176
§ Lastrea Bory 42 131 148 153
Marsilea L. 46 176
„ *quadrifolia* L. 46 176
Nephrodium Rich. 153
„ Falconeri Hook 141
Notholaena R. Br. 42 59
„ Eckloniana Kze. 59
„ *Marantae* R. Br. 42 59
Onoclea Struthiopteris (L.) Hffm. 154
„ sensibilis L. 154
Ophioglossaceae R. Br. 168
Ophioglossum L. 39 168
„ reticulatum L. 169
„ *vulgatum* L. 39 168
Osmunda L. 39 167
„ *regalis* L. 39 167
„ „ l. interrupta Mild. 168
„ „ v. *Plumieri* (Tausch) 167
„ „ l. pumila Mild. 167
Osmundaceae Brongn. 167
§ Phegopteris Fee 150
„ Crameri (Fr. Sav.) 153
„ crenata (Sw.) 153
„ decursive pinnata (van Hall) 153
„ decussata (L.) 153
„ Dianae (Hook) 153
„ difformis (Bl.) 153
„ Drepanum (Sw) 153
„ Dryopteris Fee 151
„ dubia Karst. 153
„ hexagonoptera (Mich.) 151 153
„ molle (Roxb.) 153
„ platyphylla (Willd.) 153
„ polypodioides Fée 150
„ rigida (Mett.) 153
„ Robertiana A. Br. 152
„ rufescens (Bl.) 151
Pellaea fumariaefolia Philippi 58
„ gracilis Hook 58
Pilularia L. 46 177
„ *globulifera* L. 46 177

Seite

§ Polystichum Roth. 43 114 153
Polypodiaceae Mart. 47
Polypodieae Prantl. 47
Polypodium L. 41 47
„ Californicum Klfs. 51
„ disjunctum Rupr. 151
„ falcatum Kellog. 51
„ Fauriei Chr. 51
„ pellucidum Klfs. 54
„ Scouleri Hook Gred. 53
„ *serratum* Wlld. 41 52
„ „ l. *Cambricum* Wlld. 53
„ „ s. v. *Caprinum* 53
„ „ v. *crenatum* Moore 53
„ „ s. v. *rotundatum* 52
„ „ s. v. *stenolobum* 53
„ *vulgare* L. 41 47
„ „ s. v. *acutum* Moore 50
„ „ s. v. *alatum* 50
„ „ s. v. angustum Hausm. 49
„ „ v. *attenuatum* Mild. 49
„ „ v. *commune* Mild. 47
„ „ v. *platylobum* 49
„ „ s. v. *prionodes* Asch. 50
„ „ s. v. *pygmaeum* Schur 48
„ „ s. v. *rotundatum* Mild 48
„ „ s. v. serratum Moore non Willd. 50
„ „ s. v. *sinuosum* 48
„ „ s. v. *stenosorum* 50
Pterideae Prantl. 54
Pteridium Gled. 41 54
„ *aquilinum* Kuhn 41 54
„ v. Capense (Thnbg.) 55
„ v. caudatum (L.) 55
„ l. *crispum* 55
„ v. esculentum (Forst.) 55
„ v. *osmundaceum* 54
Pteris L. 41 55
„ *Cretica* L. 41 55
„ Stelleri Gmel. 58
§ Ruta muraria Tournef. 68
Sagenia Prsl. 153 154
Salvinia Michel. 46 177
„ *natans* All. 46 177
Scolopendrium Sm. 40 64
„ Scolopendrium Karst. 64
„ *vulgare* Sm. 40 64
„ „ l. *crispum* Wlld. 66
„ „ l. *Daedaleum* Wlld. 65

Seite

Scolopendrium vulgare Sm. l. *heterosorum* 65
„ „ „ l. *lobatum* 65
„ „ „ l. *multifidum* Wlld. 65
„ „ „ l. *reniforme* Moore 66
Struthiopteris Wlld. 40 154
„ *Germanica* Wlld. 154
§ Trichomanoides Hook 91
§ Viridia Hook 89
Woodsia R. Br. 40 164
„ *alpina* Gray 45 164
„ „ v. *pseudo-glabella* 165
„ glabella R. Br. 165
„ hyperborea α arvonica Koch 164
„ „ β rufidula Koch 166
„ *Ilvensis* R. Br. 45 166
„ „ subsp. alpina Asch. 46 164
„ „ subsp. rufidula Asch. 45 166

MATÉRIAUX

POUR LA

FLORE CRYPTOGAMIQUE

SUISSE

PUBLIÉS SUR L'INITIATIVE DE LA SOCIÉTÉ BOTANIQUE SUISSE
PAR UNE COMMISSION DE LA SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES
AUX FRAIS DE LA CONFÉDÉRATION

VOL. I, FASCICULE 3

ALGUES VERTES DE LA SUISSE

PLEUROCOCCOÏDES-CHROOLÉPOÏDES

PAR

R. CHODAT

BERNE
K.-J. WYSS, Libraire-Éditeur
1902

ALGUES VERTES

DE LA

SUISSE

PLEUROCOCCOÏDES - CHROOLÉPOÏDES

PAR

R. CHODAT
PROFESSEUR DE BOTANIQUE A L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE

AVEC 264 FIGURES

BERNE
K.-J. WYSS, LIBRAIRE-ÉDITEUR
1902

AVANT-PROPOS.

Le premier travail important publié sur les Algues suisses avait pour titre : Histoire des Conferves. Le genevois Vaucher y étudiait avec un rare bonheur la morphologie et la physiologie sexuelle des Siphonées auxquelles on a donné plus tard son nom. Il découvrait la conjuguaison des Spirogyra et l'interprêtait exactement, à un moment où la notion de protoplasma et de noyau n'existait pas. Dans le genre Hydrodictyon il montrait l'origine des nouveaux réseaux.

Ces grandes découvertes n'eurent pas de lendemain ; l'étude des Algues vertes en Suisse fut délaissée jusqu'au moment où Naegeli publia son important Mémoire sur les algues unicellulaires. Ce magistral exposé, où les qualités remarquables du celèbre botaniste zuricois apparaissent clairement ne comprend évidemment qu'une faible partie des Chlorophycées unicellulaires connues, mais le choix qu'il en fit montre qu'il préférait étudier sérieusement quelques-uns des types les plus saillants que d'énumérer une foule de formes mal observées. Le « Gattungen einzelliger Algen » est le vrai point de départ d'une systématique raisonnée des algues inférieures. C'est un livre qu'on consulte encore avec fruit.

Dans le même domaine, mais d'une manière moins scientifique, Perty, en 1852, accumule un grand nombre d'observations sur les végétaux inférieurs. Son œuvre est malheureusement assez embrouillée et confuse. Elle ne saurait être comparée au sobre et méthodique Mémoire de Naegeli. Cependant bien des formes nouvelles y sont pour la première fois décrites, et la systématique des algues suisses s'enrichit ainsi de plusieurs espèces et genres nouveaux.

Depuis lors aucun travail d'ensemble sur les algues vertes n'apparaît. Par contre, de nombreux botanistes suisses ou étrangers publient des notes ou des Mémoires qui viennent enrichir notre flore algologique.

La plupart de ces travaux ont été énumérés dans le consciencieux Catalogue de la Flore algologique de la Suisse, de M. De Wildeman, commencé dans mon laboratoire en 1895. Ce travail bibliographique fut

le bienvenu, car il facilitait les recherches de ceux qui voulaient aborder de plus près l'étude critique des algues en général et des Chlorophycées en particulier.

On verra, en comparant ce catalogue avec le présent travail, combien de formes nouvelles ont été découvertes, décrites et étudiées depuis lors.

Sous le nom « Algues vertes de la Suisse » je n'ai pas eu l'intention de publier un nouveau catalogue de toutes les Chlorophycées signalées en Suisse. J'ai surtout voulu écrire un livre qui put servir de guide à ceux qui, n'étant pas familiarisés avec cette branche de la botanique ou qui, ne disposant pas de vastes bibliothèques, renoncent à aborder un sujet sur lequel on n'a publié que des observations isolées ou des catalogues sans descriptions.

Persuadé qu'il est aussi important de connaître l'évolution de chaque espèce que la morphologie des formes adultes et définitives, j'ai autant que possible, exposé les résultats obtenus par d'autres ou par moi sur le développement ontogénique.

Plusieurs de ces micro-organismes étant pléomorphes, j'ai signalé en lieu et place le cycle évolutif et leur polymorphisme.

Je me réserve de publier, dans une série de Monographies, les résultats de recherches méthodiques sur la morphologie expérimentale et la physiologie de ces algues.

Ces plantes, en effet, se prêtent admirablement à l'expérimentation. En cultures pures[1]), elles se laissent multiplier à volonté. La valeur spécifique des nombreuses formes signalées pourra être ainsi vérifiée, le cycle évolutif et le polymorphisme excessif de certaines espèces ramené à des causes connues, enfin les particularités biologiques, si saillantes chez beaucoup de Protococcacées, faire l'objet d'expérimentations.

On conçoit que mon but ayant été beaucoup plus d'écrire une histoire raisonnée de l'évolution des formes chlorophycéennes, j'aie renoncé à essayer d'établir une énumération méthodique des stations. C'est à peine si, sur un territoire restreint comme le canton de Genève, cette statistique floristique serait possible après bien des années de recherches assidues.

D'ailleurs, ainsi que cela ressort clairement de l'exposition que j'ai faite plus loin, les algues vertes inférieures et en particulier celles dont nous nous sommes occupées sont ubiquistes, pour autant qu'elles trouvent des conditions biologiques convenables. Il est donc d'une utilité douteuse de sacrifier un temps précieux à établir une énumération floristique des

[1]) Voir Chodat et Grintzesco, Actes du Congrès international de botanique, Paris, 1901.

algues d'eau douce, à moins que cette énumération ne soit faite à un point de vue biologique.

J'ai essayé dans mes Etudes de biologie lacustre de montrer à quels résultats intéressants il est possible d'arriver, en groupant les algues d'après les conditions biologiques et le milieu.

Il y a encore dans cette direction de nombreuses recherches à exécuter.

Je n'ai fait qu'aborder ces questions captivantes dans le présent travail; on y trouvera cependant sous une forme concise une esquisse biologique, qui pourra servir de programme provisoire à plus d'un débutant.

Si j'étais arrivé à provoquer chez nos étudiants un intérêt nouveau pour cette partie trop délaissée de la biologie, en leur facilitant les premières recherches, j'aurais atteint le but que je me proposais.

TABLE DES CHAPITRES.

	Page
Liste des travaux les plus importants concernant les algues vertes de la Suisse	X
Introduction	1
A. Récolte et conservation des algues d'eau douce	4
B. Morphologie	7-71
Protoplasma	7
Vacuoles	10
Vacuoles contractiles	11
Flagellums	12
Stigma	17
Chromatophore	17
Pyrénoïde	22
Noyau	25
Membrane	27
Thalles pluri-cellulaires	39
Poils, soies, piquants	45
Rhizoïdes et organes de fixation	51
Organes de multiplication	56
Hypnocystes	60
Arthrospores	61
Conidies	62
Spores, zoospores, aplanospores	62
Gamètes et reproduction sexuelle	65
C. Biologie	72-98
Lumière	74
Température	75
Aliment	76
Nutrition gazeuse	77
L'Eau comme aliment	77
Tropismes	80
Classification d'après la biologie	81
Parasitisme	82
Symbiose	83
Holophytes	84
Aquatiques limnophiles	86
Plancton	91

Page

Cryoplancton 95
Dispersion 97

D. Classification 99

I. Pleurococcoïdes 101
Fam. Palmellacées 102
Volvocacées 116
Gymnomonadées 155
Protococcacées 156
I. Euprotococcées 157
A. Protococcées 182
B. Pediastrées 221
II. Characiées 238
III. Endosphérées 242
Chétopeltidacées 245
Ulvacées 254
Ulothriciacées 259
Pleurococcacées 274
Chétophoracées 298
A. Euchétophorées 322
B. Chétonémées 322
Coléochétacées 329
I. b. Schizogonioïdes 341
Schizogoniacées 341
II. Chroolépoïdes.
Trentepohliacées 345

Liste des travaux les plus importants

concernant les algues vertes de la Suisse[1]).

1803, Vaucher, J. P. E. *Histoire des Conferves d'eau douce, contenant leurs différents modes de reproduction et la description de leurs principales espèces.* Genève.

1849, Naegeli, C. *Gattungen einzelliger Algen physiologisch und systematisch bearbeitet.* Zurich.

1847, Rabenhorst, H. *Deutschlands Kryptogamenflora.* Bd. II, Abth. 2. Algen. Leipzig.

1852, Perty, M. *Zur Kenntniss kleinster Lebensformen nach Baufunktionen, Systematik,* etc., Bern.

1849, — *Mikroskopische Organismen der Alpen und der italienischen Schweiz,* in Mitth. der natf. Ges. Bern.

1853-54, Theobald, G. *Algues des environs de Genève.* Soc. Hallérienne, 69.

1856, Schnetzler, J. B. *Sur une matière verte.* Archives des Sciences, Genève.

1861-62, Brügger, Ch. G. *Bündner Algen,* in Jahresbericht der naturf. Ges. Graubündens, T. VIII, 1863.

1863, Cramer, C. *Algologische Notizen,* in Hedwigia, 1863.

1871, — *Ueber Entstehung und Paarung der Schwärmsporen von Ulothrix.* Bot. Zeitung, 76.

1880, Schnetzler, J. B. *Chroolepus Jolithus* Ag., Bull. soc. vaud. d. sc. nat., IIme sér., vol. XVI, 248.

— *Chroolepus aureum.* Bull. soc. sc. nat. l. c., 13.

1881, Girardet, F. *Pandorina Morum,* dans le port de Morges, Bull. soc. vaud., IIme sér., XVII.

1882, Schnetzler, J. B. *Sur les rapports qui existent entre Palmella uvaeformis et une algue de l'ordre des Confervacées.* l. c., p. 115.

[1]) Pour la question de la neige rouge voir E. Fischer, Flora Helvetica, Bibliographie der Schweiz. Landeskunde, Bern, 1901.

1886, De Wildeman, E. *Note sur deux espèces terrestres du genre Ulothrix,* Bull. Soc. royale de bot. de Belgique, p. 7.

1888, Kirchner, O. Süsswasser-Algen, in *Bericht über neue und wichtigere Beobachtungen.* Ber. d. deutsch. bot. Ges. VI, 1. Id. 1892, l. c.

1889, De Toni, *Sylloge Algarum,* Patavii. vol. I.

1892. Artari, A. *Untersuchungen über Entwickelung und Systematik einiger Protococcoïden,* (Thèse de Bâle), in Bull. Soc. Imp. des naturalistes, n° 2, 1892.

1893, Chodat et Malinesco. *Sur le Polymorphisme du Scenedesmus acutus* Mey., Bull. Herb. Boiss., I, 184, Pl 8.

— *Sur le Polymorphisme du Raphidium Braunii et du S enedesmus caudatus,* l. c., Pl. 28.

1893, Schmidle, W. *Algen aus dem Gebiete des Oberrheines,* Ber. d. d. bot. Ges., 554.

— *Beiträge zur Algenflora des Schwarzwaldes und der Rheinebene,* Ber. d. natforsch. Ges., Freiburg, in Br. IV, 63.

1894, Chodat, R. *Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoïdées.* Bull. de l'Herbier Boissier, vol. II, 585.

— *Golenkinia, genre nouveau de Protococcoïdées.* Journal de botanique de Morot., Paris 305, Pl. III.

— *Observations sur les algues des environs de Genève,* Arch. sc. phys. et naturelles, IIIme période, 623.

Schmidle, W. *Einzellige Algen aus den Berner Alpen,* Hedwigia, Bd. XXXIII, 86.

Borge, O. *Ueber Rhizoïdenbildung bei einigen fadenförmigen Chlorophyceen,* Upsala.

Chodat et Huber. *Développement des Pediastrum. Remarques sur le système des algues vertes inférieures.* Arch. d. sc. phys. et naturelles, Avril.

Chodat, R. *Nouvelles recherches sur les Raphidiums,* l. c.

— *Monostroma bullosum,* Bull. soc. bot. de France, sess. extraordinaire en Suisse, pg. CXXXIV.

Chodat et Huber. J. *Sur le développement de l'Hariotina* Dang. eod. loc., pg. CXLIII.

Huber, J. *L'Aphanochaete repens,* eod. loc. pg.

— *Sur un état particulier de Chaetonema irregulare,* Nowak. Bull. de l'Herbier Boiss., 163.

1895, De Wildeman, E. *Catalogue de la Flore algologique de la Suisse,* Mémoires de la soc. royale des sc. de Liège, IIme série, XIX.

1895. De Wildeman, E. *Le genre Palmodactylon Naeg.,* Bull. de l'Herbier Boissier, vol. III.

Schmidle, W. *Beiträge zur Alpinen Algenflora,* Oesterr. bot. Zeitschrift.

Chodat, R. *Sur le genre Lagerheimia,* Nuov. Notarisia.

— *Ueber die Entwickelung der Eremosphaera viridis By.* Bot. Zeit., LIII.

— *Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoïdées,* Bull. de l'Herb. Boiss.

Chodat et Huber, J. *Recherches expérimentales sur le Pediastrum Boryanum,* Bull. soc. bot. Suisse, 1895, 109. Id. 308.

Dill, O. *Die Gattung Chlamydomonas,* in Pringsheims Jahrb., XXVIII.

1896. Chodat, R. *Matériaux, etc.,* Bull. Herb. Boiss., p. 273.

— *Note sur la florule pélagique d'un lac de montagne,* l. c., 543.

— *Sur la flore des neiges du col des Ecandies,* Pl. IX, 879.

— *On the polymorphism of the Green Algae and the principles of their evolution,* Annals of botany, 1896, 97.

— *Sur la structure et la biologie de deux algues pélagiques,* Journ. de bot., Morot., Paris.

Schmidle, W. *Beiträge zur alpinen Algenflora,* l. c., pg. 20.

— *Algen des Süsswassers,* B. d. d. bot. Ges. Fl. v. Deutschland.

1896, Hirn, K. E. *Algologische Notizen* in Ofversigt of Finska Vet. Soc. Förhandl. XXXVIII, Helsingfors.

1896, Klebs, G. *Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen,* Jena.

1897, Schröter u. Kirchner. *Die Vegetation des Bodensees,* Lindau.

Schröter, C. *Die Schwebeflora unserer Seen,* 99. Neujahrsblatt der naturforsch. Ges. Zürich.

Chodat, R. *Algues pélagiques de quelques lacs suisses et français,* Arch. sc. phys. et nat., 4me période, 286.

— *Algues pélagiques nouvelles,* Bull. de l'Herbier Boissier, 119.

— *Etudes de biologie lacustre,* Bull. de l'Herbier Boissier, 289.

— *Nouvelles recherches sur la flore pélagique,* Arch. l. c., 166.

	Chodat, R.	*Algues incrustantes et perforantes,* Archives, l. c., 512.
	—	*A propos du polymorphisme des algues vertes,* Archives, Janvier.
	Overton, E.	*Notizen über die Wassergewächse des Oberengadins,* Ber. d. schweiz. bot. Ges. VII, 49.
1898,	Chodat, R.	*Etudes de biologie lacustre,* Buil. de l'herbier Boissier, VI.
	—	*Algues littorales du lac de Genève,* Archives, T. V.
	Lemmermann, E.	*Beiträge zur Kenntniss der Planktonalgen,* Hedwigia, Dresden, 303.
	Maurizio, A.	*Développement d'algues épiphytes sur les plantes de serres,* Archives, VI.
1899,	Snow, J. W.	*Pseudo-Pleurococcus,* in Annals of Bot., XII, n° 2.
	Chodat, R.	*Pseudo-Pleurococcus et Pleurococcus,* Bull. Herb. Boiss. VII, 827.
	Senn, G.	*Ueber einige koloniebildende einzellige Algen,* Bot. Zeit.
	Amberg.	*Recherches sur le Plankton du Katzensee,* Archives, 394.
1900,	Chodat, R. et Grintzesco, J.	*Sur les méthodes de culture pure des algues vertes,* Paris, Congrès international, 157-162.
1901,	Bachmann, H.	*Beitrag zur Kenntniss der Schwebeflora der Schweizerseen,* Biolog. Centr. Blatt.

Introduction.

L'étude des Algues vertes présente, pour le commençant, de réelles difficultés. Il n'existe pas de travail général en langue française, et quoique les Allemands possèdent plusieurs ouvrages sur ce sujet, aucun ne peut prétendre être assez complet pour servir de guide.

L'excellente monographie des genres, écrite par Wille pour les **Natürliche Pflanzenfamilien** d'Engler et Prantl, est bien l'œuvre la plus importante qui soit parue depuis longtemps. Cependant l'auteur n'a pas poussé sa critique jusqu'à l'espèce; cet important mémoire ne peut donc servir qu'à une première orientation. Tous ceux qui voudront faire des algues une étude suivie devront consulter constamment le **Sylloge Algarum** de de Toni. Ils ne sauraient s'en passer, car nulle part ils ne trouveront condensés d'une manière aussi heureuse tous les renseignements bibliographiques parus jusqu'en l'année 1889.

Les commençants ont pu également s'orienter au moyen de l'Atlas de M. Kirchner, très incomplet, il est vrai, mais où se trouvent décrites les plus communes des algues d'eau douce. Le succès de ce livre était à prévoir, vu la compétence de l'auteur de la **Flore algologique de Silésie.**

Enfin, le **Prodrome de la flore algologique de Bohême,** par M. Hansgirg, qui est l'énumération la plus complète que l'on possède sur la flore d'une région pourra être consulté avec fruit.

Parmi les atlas modernes, je ne citerai que **Britsh fresh water Algae,** de Cooke, ouvrage à planches nombreuses, malheureusement fort grossières et très incomplètes.

Dans ces conditions, il est extrêmement difficile à un débutant et tout particulièrement s'il est de langue française, de se retrouver au milieu du dédale des formes algologiques.

Depuis quelques années et surtout depuis que l'étude de la flore pélagique ou flottante a inspiré tant de chercheurs, le nombre des travaux parus sur les algues et tout spécialement les *Euchlorophycées,*

a considérablement augmenté. J'ai, pour ma part, étudié ces plantes depuis plus de 7 ans et c'est le résultat de ces études, interrompues d'ailleurs par les charges de mon enseignement et le souci d'autres recherches, que je viens présenter au public botaniste.

J'ai eu beaucoup à puiser dans les opuscules de toute une pléïade de botanistes-algologues auxquels on est redevable de réels progrès dans ce domaine : MM. Flahault, Gay, Goroschankine, Hieronymus, Borge, Kirchner, Huber, Lagerheim, Wittrock, Nordstedt, Aghard, Bornet, Lemmermann, Schmidle, de Wildeman, Schroeder, Klebahn, Borge, Bohlin, Wille, Klebs, sont à l'avant-garde. J'ai pu, grâce à une bibliothèque algologique très complète, profiter de chacune de leurs découvertes.

J'aurais voulu donner à cet ouvrage une valeur plus grande en y faisant entrer toutes les familles des algues vertes.

J'ai dû, à mon regret, me limiter aux *Euchlorophycées*. Je me suis, en effet, rapidement convaincu que surchargé de besogne comme je l'étais, il m'eût été impossible de mener à bien, dans un temps donné, une œuvre aussi vaste qu'une monographie complète et critique des algues vertes.

Fidèle à mon principe de ne parler que de questions sur lesquelles j'avais des informations personnelles, je me suis également renfermé dans de plus étroites limites en me bornant, là où je manquais de renseignements, aux seules algues suisses.

Il en résulte que certaines familles sont plus complètement traitées que les autres. Les **Palmellacées**, **Volvocinées**, **Protococcoïdées** et **Pleurococcacées** sont étudiées monographiquement, et cela se conçoit. La Suisse possède, en effet, le plus grand nombre des genres et des espèces de ces familles. J'ai dû me limiter quant aux algues filamenteuses ; elles sont beaucoup moins bien étudiées spécifiquement et il se passera encore de longues années avant qu'elles puissent être énumérées d'une manière scientifique.

J'ai cependant la conviction de les avoir groupées d'une manière logique et nouvelle et d'avoir ainsi contribué à faire avancer la question.

Malgré les limites que je me suis imposées, ce travail ne saurait être considéré comme n'ayant qu'une valeur locale. Je rappelle que la Suisse, par la variété de son paysage, offre aux plantes inférieures des conditions d'existence extrêmement différentes ; la composition de la flore chlorophycéenne d'eau douce ne variant presque pas d'un continent à l'autre, un traité des algues suisses est utilisable au Japon comme au Paraguay.

Partout où je n'ai pu vérifier moi-même les faits avancés, je l'indique expressément, laissant à l'auteur cité la responsabilité de sa description.

Presque toutes les descriptions sont originales et le plus grand nombre des espèces ont été étudiées à l'état vivant, soit dans leur milieu naturel, soit dans des cultures de laboratoire.

Ce travail pourra ainsi servir de base pour la solution de problèmes de physiologie et de biologie. L'algologie actuelle devra s'inspirer des méthodes en honneur en mycologie et en bactériologie. La délimitation scientifique des espèces ne deviendra possible que par l'emploi de cultures pures dans des conditions variées. Ces méthodes sont encore dans l'enfance, mais elles ont déjà fourni quelques résultats importants.

Genève, 29 août 1899.

Récolte et conservation des algues d'eau douce.

L'herborisation algologique présente moins d'intérêt immédiat que celle qui a pour objet les Phanérogames, les Mousses et les Champignons. Il est, en effet, très plaisant de savoir au fur et à mesure de l'excursion quelles sont les plantes intéressantes trouvées, de les examiner sommairement et de prendre immédiatement des notes sur leur habitat, leur couleur naturelle et toutes les particularités qui ne pourront plus être établies à la maison.

Malheureusement, les algues sont en général trop exiguës pour pouvoir être distinguées, même à la loupe, et ce n'est qu'au bout d'un temps assez long que le botaniste acquiert assez d'expérience pour reconnaître les plus grosses d'entre elles.

Dans un pays très accidenté comme la Suisse, il n'est pas nécessaire de faire des excursions lointaines pour trouver un grand nombre d'espèces. Il vaudra mieux explorer avec soin et d'une manière répétée les environs immédiats, que d'entreprendre des voyages qui sont souvent très peu productifs et durant lesquels il n'est pas toujours possible de consacrer un temps suffisant à l'examen de la récolte. En limitant tout d'abord les recherches, il sera toujours aisé d'examiner les algues à l'état vivant. De cette manière, l'observateur pourra toujours être informé de la couleur du chromatophore et d'une foule de particularités que les meilleurs réactifs ne conservent pas chez toutes les espèces.

Un microscope de voyage rend de grands services; deux objectifs 3 et 7 (Reichert) et un oculaire 3 ou 4 suffisent. La boîte du microscope placée sur une pierre, une poutre ou tout autre objet élevé peut servir de table.

Il est inutile de prendre une trop grande quantité de matériel. Voici les différents cas principaux qui peuvent se présenter : on veut étudier la flore suspendue dans l'eau des étangs, des marécages ou des lacs. Elle est parfois si abondante qu'il suffit d'aspirer l'eau avec une *pipette* pour obtenir une quantité suffisante d'organismes; cela s'observe surtout dans les flaques d'eau verte sur les routes, flaques souvent

riches en Chlamydomonadées. Il faudra en général se servir du filet de soie[1]), même lorsque la surface de l'eau serait occupée par une efflorescence compacte (fleur d'eau), qui souvent ne comprend qu'un seul ou quelques organismes seulement *(Oscillatoria, Clathrocystis, Anabaena)*.

Le filet ne devra pas avoir un diamètre trop grand; il deviendrait encombrant dans les excursions; j'ai fait usage de filets de 15 cm. de diamètre, les uns en forme de sac peu profonds (20 cm.), les autres (*b*), coniques et munis à la base d'un tube en zinc ouvert aux deux bouts; l'extrémité de ce dernier est coiffée d'un morceau de toile semblable[2]); le bord de l'orifice est en anneau, de manière à pouvoir attacher facilement la toile avec une ficelle. A ces filets sont fixés solidement deux cordons qui serviront à les traîner dans l'eau pendant que le bateau avance. La rapidité avec laquelle ce dernier est mis en mouvement est importante à considérer: le filet doit plonger au-dessous de la surface, à moins qu'on ne veuille récolter que les algues superficielles. Selon la richesse de l'eau en organismes, la pêche durera de 5 minutes à une demi-heure.

Il n'est pas toujours possible de se procurer un bateau; il faudra alors s'armer de patience et puiser de l'eau que l'on filtre jusqu'à ce que les organismes soient assez concentrés pour pouvoir être retrouvés facilement. — Les étangs, lacs-étangs dont l'émissaire sort en cascade ou en pente sont plus faciles à étudier; il suffit de laisser entraîner par le courant le filet retenu par les cordons pour que l'eau filtre régulièrement. J'ai examiné ainsi le Potamo-plancton du Rhône, de l'Arve et de plusieurs lacs et ruisseaux alpins.

Les algues pélagiques doivent être examinées immédiatement, car à cet état de concentration beaucoup s'altèrent rapidement, en particulier certaines Péridiniacées. D'autre part, le mucus secrété par les unes empâte les autres, et si l'on n'y fait attention on pourrait attribuer à des algues nues des sécrétions mucilagineuses qui ne sont pas de leur fait. — On verse le résidu, au moyen d'un petit entonnoir, en rinçant plusieurs fois pour détacher le plus possible les organismes qui se seraient attachés aux parois, dans un tube de verre qu'on ne remplit qu'à moitié, de manière à pouvoir conserver la récolte à l'état vivant. On peut remplacer l'entonnoir, encombrant même s'il est petit, par une pipette au moyen de laquelle on aspire le résidu du fond du filet.

Dans le cas du filet (*b*) il suffit de rincer le morceau de toile, sur lequel sont venus se déposer les organismes, dans l'eau d'un des flacons.

[1]) La toile à employer est celle qu'on utilise dans la meunerie pour tamiser les poudres les plus fines; gaze de soie à bluter, n° 18-20.

[2]) J'ai aussi employé des filets plus compliqués; voir à ce sujet: Apstein, *Das Süsswasserplankton*, 1896. Kiel u. Leipzig.

Parfois le fond des flaques d'eau qui séjourne dans le creux des rochers du rivage est coloré en vert ou en rouge par les organismes; il suffira de frotter à la main ce fond pour le mélanger à l'eau et de l'aspirer avec une pipette.

Un lac pauvre en espèces planctoniques peut être au contraire assez riche en formes fixées dans le mucus qui recouvre les pierres. Si ce sont exclusivement des unicellulaires qui tapissent les pierres, trop grosses pour pouvoir être emportées, il suffira de les laver dans une assiette ou un autre ustensile et conserver l'eau de lavage.

On examinera avec soin tous les objets submergés, galets, pierres, morceaux de bois, débris de plantes phanérogames, tiges submergées des végétaux amphibies, feuilles ou tiges fanées de végétaux de la saison précédente, œufs de canard ou de cygne, coquilles ou squelettes d'animaux, animaux vivants, sur tous se trouvent des algues variées. L'étude d'un très petit bassin réserve beaucoup de surprises si l'on ne néglige aucun des substratums naturels qu'on peut y rencontrer. Ces objets peuvent être simplement entourés d'une feuille de papier, qui empêche la dessication, si la distance n'est pas trop grande.

Quant aux algues filamenteuses fixées, il est de toute importance de les récolter avec leurs crampons. On les détachera au moyen d'un couteau; il sera toujours facile de séparer de la plante les débris minéraux ou végétaux qui auraient été emportés avec elle.

Pour ce qui est des algues perforantes, cariantes ou incrustantes, il sera préférable d'emporter avec soi les galets ou les coquilles entières. Les algues corticoles seront emportées avec le morceau d'écorce qui les supporte: les saxicoles seront détachées au moyen d'un couteau ou enlevées avec les fragments de la pierre à examiner si l'on possède un marteau de géologue, nécessaire d'ailleurs au botaniste pour la récolte des lichens sur roche.

On explorera ainsi lacs, étangs, mares, marécages, fossés, ruisselets, bassins à poissons rouges, à canards, réservoirs d'eau de toute espèce, flaques sur routes ou rochers en se souvenant toujours que des conditions variées existent dans chacune de ces catégories et que deux mares présentent parfois de grandes différences au point de vue algologique selon que la végétation les a plus ou moins envahies ou que leur fond est nu, que les animaux y vont s'abreuver ou que des canards y sont installés, qui par leurs déjections altèrent la composition de l'eau. C'est ainsi que dans un rayon restreint, les environs de Genève, il m'a été possible de retrouver à peu près tous les genres décrits et un grand nombre des espèces énumérées dans ce mémoire.

Il est indispensable de faire un croquis exact de toutes les formes rencontrées si elles sont en mélange, car il se peut qu'une espèce soit

rare et qu'il ne soit plus possible de la retrouver. Le dessin sera ainsi un document permettant la vérification.

Les récoltes sont alors divisées en deux parties, l'une qui entrera dans la collection, l'autre qui sera réservée pour l'étude et la préparation des cultures.

Parlons tout d'abord de la première catégorie; on peut conserver les algues en les faisant sécher sur un morceau de papier blanc ou de mica; ce mode de conservation est mauvais; il faut, lorsqu'on veut réétudier ces végétaux, leur redonner leur apparence quasi-primitive en les faisant gonfler dans l'acide lactique. (Les Cyanophycées se laissent cependant souvent admirablement conserver par la simple dessication.)

Il vaut mieux établir une collection en liquides fixateurs et conservateurs. De tous les liquides utilisés je préfère actuellement le formol que l'on ajoute à raison de 3 à 5 % au liquide qui contient les algues. Elles ne subissent de ce fait le plus souvent aucune contraction appréciable, et les moindres détails tels que cils, stigma, enveloppe gélifiée sont conservés avec une admirable netteté. J'ai pu ainsi étudier le nouveau genre *Stapfia*, le *Brachiomonas marina*, etc.

On a proposé le liquide de Ripart, mais j'ai du y renoncer, car les champignons finissent par l'envahir. L'alcool, l'alcool iodé conviennent parfaitement aux Protococcacées et à beaucoup d'autres algues.

Quant aux méthodes de préparation, de coloration, etc., ce n'est pas ici la place d'en parler. Je renvoie le lecteur au traité de Strasburger (Das botanische Praktikum) ou à l'excellent opuscule de M. Pfeiffer von Wellheim (Zur Präparation der Süsswasseralgen, Jahrb. f. wiss. Bot. 1894, XXVI, 694), traduit dans le Bulletin de la Société Belge de Microscopie, (T. XXIV, p. 22 et seq.), par M. J. Challon.

Protoplasma.

Le Cytoplasma est loin de remplir toute la cavité de la cellule des algues vertes. Cela paraît être cependant chez quelques Protococcacées où l'on n'aperçoit point de vacuoles. Chez beaucoup, il forme un sac continu, parfois très mince, duquel partent des trabécules et des cordons qui, en s'anastomosant, constituent le protoplasma réticulaire de beaucoup de cellules d'algues. Cette disposition est surtout visible chez celles dont les cellules atteignent une dimension considérable *(Eremosphaera, Cladophora)*. Je ne saurais admettre l'idée de M. Dangeard, selon laquelle le protoplasma de certaines Chlamydomonadées serait limité à un cordon axial ou pariétal, ou à une calotte antérieure [1]).

[1]) Dangeard — Histoire d'une cellule, Le Botaniste, 1899.

Toujours, le plasma forme une vésicule complète qui n'est, à l'état vivant, interrompue en aucun point. C'est avec raison que ce savant insiste sur le balancement qui s'établit entre les organes de la cellule et en particulier le chromatophore et le cytoplasma ; mais les expériences de plasmolyse montrent que partout ces organes sont renfermés dans un utricule continu.

Comme partout dans les végétaux supérieurs, il est incolore ; on a, il est vrai, prétendu que chez certaines algues le plasma pouvait être partiellement coloré en vert là où le chromatophore n'était pas différencié (*Hydrodictyon*)[1]. Cela paraît être ainsi chez plusieurs Protococcacées, mais il est probable qu'en employant des réactifs on arriverait à montrer qu'ici, encore, le chloroleucite est nettement différencié.

Dangeard dans ses belles recherches sur les *Chlamydomonadinées* a constaté les variétés suivantes de protoplasma :

1° Cytoplasma homogène chromatique ou achromatique ;

2° Protoplasma réticulé chromatique ou achromatique.

Cet auteur n'a pu constater aucune loi dans la distribution de ces deux variétés du protoplasma qui dans les deux cas est en connexion directe avec les flagellums.

Le cytoplasma contient parfois des granulations, des corpuscules qui ne se colorent pas avec les réactifs, d'autres qu'on peut colorer à l'hématoxyline ammoniacale, d'autres enfin que la fuchsine acide teint en rouge vif ainsi que l'hématoxyline. Dangeard les a étudiés chez les Chlamydomonadinées ; nous les avons retrouvés chez les algues les plus diverses, Tétrasporacées, Chétophoracées, *Botryococcus*. Cette dernière catégorie de granulations simule parfois des granulations de nucléochromatine qui peuvent alors, lorsqu'elles abondent, rendre l'étude du noyau difficile.

Ces corpuscules protéiques diminuent ou disparaissent lors de la division ou de la production des zoospores ou des gamètes *(Chlorogonium, Botryococcus, Palmella, Tetraspora, Pleurococcus, Eudorina)*.

L'existence d'un sac protoplasmique continu peut être facilement démontrée par la plasmolyse. J'ai montré, avec M. Boubier[2]), que quelle que soit la plante examinée l'adhérence du protoplasme à la membrane était très grande et que, dans son retrait, il s'en séparait comme le ferait une substance visqueuse éloignée du substratum auquel elle adhérerait, c'est-à-dire qu'il reste pendant un temps, souvent assez long, relié à cette membrane par un grand nombre de filets de protoplasma homogène et hyalin.

[1]) Klebs — Hydrodictyon, Bot. Zeit. 1891.

[2]) Chodat et Boubier, Sur la Plasmolyse et la membrane plasmique, Paris 1898, Journal de Botanique de Morot.

C'est à cet état que se trouve le plasma des *Sphœrella* réuni à la membrane par des filets simples ou ramifiés.

Le plasma de la plupart des cellules d'algues semble être limité à sa cellule. Chez quelques-unes, on a essayé de démontrer l'existence de communications protoplasmiques. A. Meyer[1]) a reconnu l'existence de

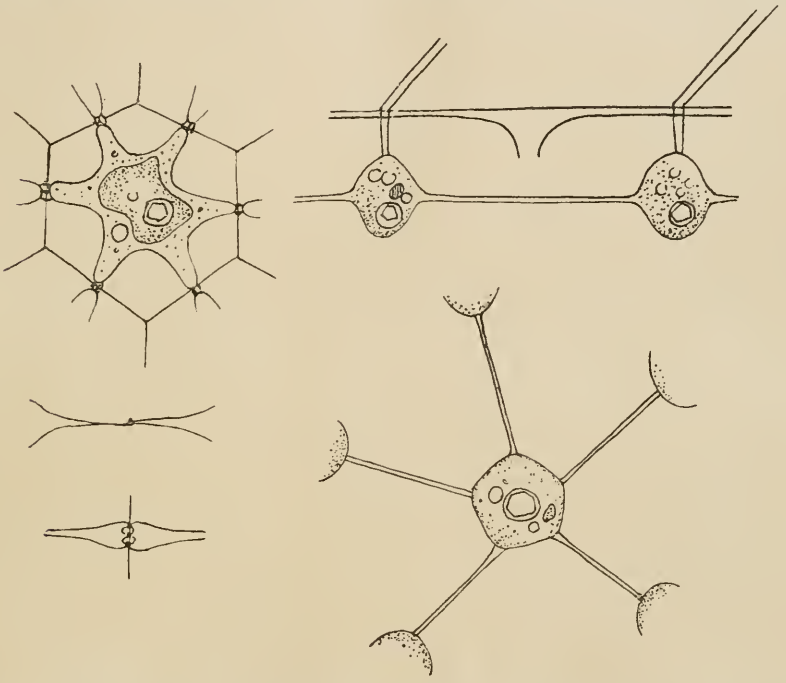


Fig. 1. — *Volvox globator.* — A. Cellule de l'hémisphère trophique, vue de face. On y voit six prolongements protoplasmiques qui vont se joindre aux filets des cellules voisines; B. Pores avec filets connectifs; — *Volvox aureus.* — C. Deux cellules qui envoient au dehors, à travers la gelée, les deux flagellums, réunies par un filet protoplasmique; D. Cellule vivante, vue de face, munie de cinq anastomoses protoplasmiques. (D'après A. Meyer.)

ces filets dans les colonies de *Volvox,* qui constitueraient ainsi *un tout organique.* Klein croyait que la cloison entre deux cellules n'était pas perforée et que les filets latéraux de chaque cellule s'approchaient de très près de ceux des cellules voisines, mais ne se reliaient pas directement à eux. On a prétendu que de semblables communications existeraient entre les cellules des *Gonium.* Je n'ai pas réussi à les apercevoir. Selon Klebs les zoospores d'*Hydrodictyon* sont dès le début réunies par des filets protoplasmiques, ce qui expliquerait leur motilité atténuée et leur disposition régulière en réseau. Senn admet, sans preuve aucune, l'existence de semblables filets entre les zoospores du *Pediastrum.*

[1]) A. Meyer, *Die Plasmaverbindungen etc. von Volvox globator, aureus und tertius,* Bot. Zeit. 1896, pag. 187.

La méthode plasmolytique utilisée par Kohl [1]) pour démontrer l'existence de ces filets est incertaine : j'ai montré que ces filets s'observent aussi bien vers les parois latérales que vers les diaphragmes lorsqu'on fait subir une rétraction au protoplasma.

En résumé, ce qu'on sait de certain sur les communications protoplasmiques entre les cellules des algues vertes se réduit à fort peu de chose. Il ne faut pas oublier que l'individualité de chaque cellule est très grande dans la plupart des Chlorophycées et qu'une division du travail ne s'observe que rarement. Istvanfi a montré clairement les communications protoplasmiques qui unissent les *protoplastes* des cellules contiguës dans le *Cladophora glomerata*.

Bibliographie.

Strasburger, *Schwärmsporen, Gameten und das Wesen der Befruchtung.*
Dangeard, *La Cellule, Mémoire sur les Chlamydomonadinées.*
L. Klein, *Volvoxstudien.* Pringsheims Jahrb. f. wiss. Bot. XX, 132 (fil. plasmiques).
Rostafinski, *Ueber den roth. Farbstoff einiger Chlorophyceen*, Bot. Zeit. 1881.
Kohl, *Plasmaverbindungen bei Algen.* Ber. d. d. bot. Ges. IX, 9.
Pringsheim, *Bau und Bildung der Pflanzenzelle*, Berlin 1854 (filets plasmiques).
Townsend, Pfeffer, Ber. der mathm. phys. Classe der K. Ges. Leipzig. p. 506 (filets plasmiques).
H. de Vries, B. d. d. bot. G. VII (1889) (Tonoplasme de *Spirogyra*).
Klebs, *Bild. der Fortpflanzungszellen bei Hydrodictyon.* Bot. Zeit. 1891 (Plasmolyse et filaments plasmiques qui adhèrent en réseau à la membrane).

Vacuoles.

Les vacuoles des algues vertes ne diffèrent pas essentiellement de celles des autres plantes. On y trouve en solution toute espèce de substances minérales et végétales. De Wildeman a trouvé les vacuoles à tannin très répandues.[2])

Le suc cellulaire est très rarement coloré. Je n'en connais aucun cas parmi les *Euchlorophycées*. Par contre, les Conjuguées ont parfois le suc cellulaire coloré en violet (*Aucylonema Nordenskiöldii* des neiges — Spirogyra diverses [à Champex p. ex.]). Lagerheim qui a étudié ce pigment soluble l'appelle phycoporphyrine.

[1]) Kohl, Protoplasmaverbindungen bei Algen, Ber. d. Deutschen bot. Gesell. IX, 99, Tab. I.

[2]) De Wildeman C. R. de la Soc. Royale de Botanique ; Bruxelles, 1886.

La presence d'un pigment surnuméraire est peut-être en relation avec le mode de vie nivale pour ce qui concerne l'*Ancylonema;* pour le Spirogyra et d'autres Conjuguées aucune explication satisfaisante n'a encore été proposée.

Je n'ai pas à entrer ici dans la discussion relative à l'autonomie des vacuoles. Je rappellerai seulement que la vacuole centrale s'individualise dans les grandes cellules d'Hydrodictyon (Klebs, l. c.) et que c'est autour d'elle que naît le réseau nouveau. Comme elle ne se divise pas, chaque vacuole centrale des nouvelles cellules sera de néo-formation. J'ai pu constater le même phénomène chez le *Cladophora.* Klebs a d'ailleurs critiqué avec raison la théorie de Went au sujet des vacuoles qui ne sauraient être considérées comme des individualités permanentes de la cellule. Went a défendu l'idée que toutes les vacuoles des algues dériveraient de la vacuole de la zoospore par division. Elles peuvent parfois s'individualiser mais ne sont pas toujours issues d'anciennes vacuoles par division.

Vacuoles contractiles.

Ces curieuses formations ne s'observent pas exclusivement chez les zoospores ou les gamètes des algues vertes. Ce n'est que chez les *Volvocinées,* c'est-à-dire chez des algues qui ont réalisé un état zoospore prépondérant que pendant la période végétative elles sont en activité.

Les vacuoles contractiles sont ordinairement au nombre de deux: quelques *Chlamydomonadées* et *Volvox globator* en possèdent un plus grand nombre *(Chlamydomonas globulosa, Cercidium, Chlorogonium).*

Les vacuoles contractiles alternantes sont généralement placées au-dessous des cils, vers la partie antérieure du corps. Parfois on en rencontre dispersées dans tout le corps.

Bibliographie.

Went, *Die Vermehrung der Vacuolen*, Jahrb. für wiss. Bot. 1888. XIX.

Klebs, *Einige Bemerkungen über die Arbeit von Went (die Entstehung der Vacuolen in den Fortpflanzungszellen der Algen).* Bot. Zeit., 1890, p. 549.

Cienkovski, *Ueber einige chlorophyllhaltige Gleocapsen.* Bot. Zeit. 1865, s. p. 20 (vacuoles caractéristiques pour les Palmellacées).

Cohn, Beiträge 2, p. 102, 1877 (vacuoles du Gonium).

N. Pringsheim, *Ueber Lichtwirkung und Chlorophyllfunction*, p. 354. Jahrb. f. w. Bot. XII (vacuoles à tannin).

Pfeffer, *Ueber Aufnahme von Anilinfarben in lebenden Zellen*, p. 335. Untersuch. aus dem bot. Institut. Tübingen, Bd. II. (Vacuoles à tannin).

Lagerheim, *Ueber das Phycoporphyrin, einen conjugaten Farbstoff*, in Videnskabs-Selskabets Skrifter. I. Mathem.-naturv. kl. 1895, n° 5, Kristiania.

Flagellums.

Les zoospores et les gamètes de beaucoup d'algues ont comme les cellules des Volvocinées un ou plusieurs cils vibratils qu'on nomme *flagellums*.

Les éléments mobiles des Volvocinées ont deux ou quatre cils ; chez les Protococcacées où l'état zoospore est rare il y a tantôt deux cils (*Dictyosphaerium, Eremosphaera, Pediastrum, Hydrodictyon*) tantôt quatre cils (*Golenkinia*) ; les Protococcacées ont des zoospores à deux cils comme les Trentepohliacées ; chez les Chétophoracées il y en a tantôt quatre tantôt deux, les gamètes ayant le même nombre de cils que les zoospores (*Aphanochaete*) ; tandis que les *Ulothrix* dont les zoospores sont à quatre cils ont des gamètes biciliés, les *Cylindrocapsa* de la même famille ont deux cils aux zoospores comme aux gamètes ; les Ulvacées, Coléochétacées ont deux cils également. Dans toutes ces familles ils sont disposés symétriquement.

Dans les Confervoïdées, les genres *Conferva, Hormidium, Bumilleria,* et toutes les Chlorothéciacées n'ont qu'un cil sur une zoospore souvent symétrique.

Il faut aller jusqu'aux Oedogoniacées pour trouver des zoospores munies d'une couronne de cils subapicaux ; dans les Siphonacées les seules *Vaucheria* ont une zoospore couverte de cils.

Des genres très voisins comme *Chlamydomonas* et *Carteria* ne diffèrent que par le nombre des cils ; *Chaetophora* et *Draparnaldia* sont évidemment très voisins par tous leurs autres caractères, mais le premier a deux cils à sa zoospore tandis que le second en a quatre.

Il est ordinairement malaisé de compter le nombre des cils pendant que les zoospores sont en mouvement. On se sert alors avec avantage d'une solution de cocaïne (2 ‰) proposée par Borzi, à la suite des observations de Schnetzler sur l'influence des alcaloides sur le mouvement des végétaux inférieurs. Par cet anesthésique le mouvement se trouve ralenti et les cils se laissent mieux distinguer.

On utilise avec avantage le formol qui en fixant ne produit pas de contraction des cils, ou des vapeurs de brome ou d'iode.

Les flagellums des zoospores des algues varient beaucoup comme longueur d'une espèce à l'autre ; en général ils sont finement cylindriques et égaux dans toute leur longueur. Chez les algues vertes les cils

d'une zoospore sont égaux. De quelle substance sont-ils formés ? On sait que les cils des Bactériacées ont été considérés comme dépendant de la membrane ; chez les algues vertes cela n'est certainement pas le cas car on les voit traverser la membrane et venir s'insérer directement sur le cytoplasma. Cela est surtout visible chez les *Chlamydomonadées* fixées par le formol où le cytoplasma un peu contracté est clairement

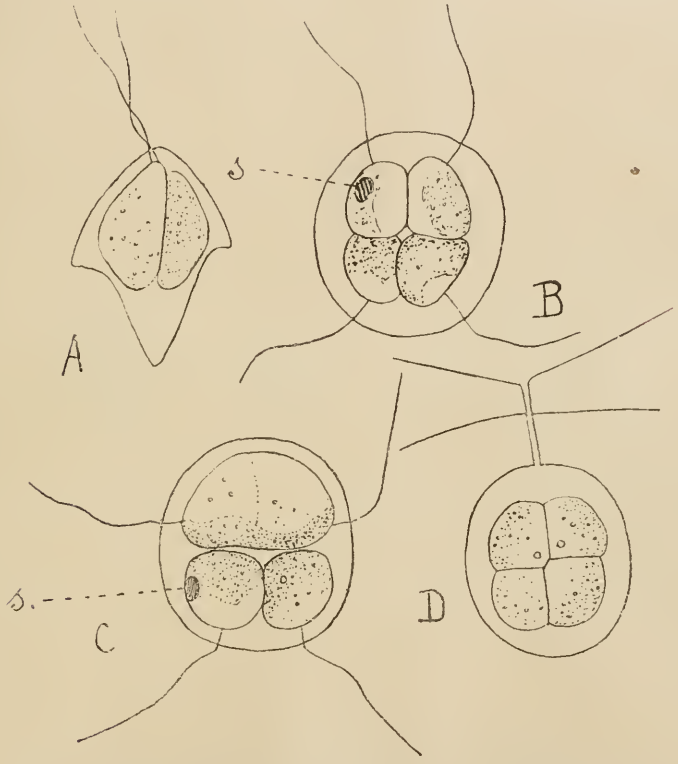


Fig. 2. — *Brachiomonas submarina* (Ajaccio, Mars 1899). — A. Individu en voie de division, montrant les deux cils attachés à l'une des moitiés. — *Eudorina elegans* (Salève, Octobre 1897). — B. Cellule en division; s, stigma; les cils sont régulièrement répartis; C. Phase moins avancée; D. Division pendant que les cils sont encore actifs; on les voit sortir au travers de la gelée; leur point d'attache n'a pu être déterminé exactement.

séparé de la membrane. Nous nous rattachons à la théorie de Hertwig qui les considère comme formés d'hyaloplasma et ressemblant à de minces pseudopodes. On n'a pas jusqu'à présent établi chez les algues vertes une relation entre les flagellums et un centrosome ou blépharoplaste analogue à ceux des Characées, Ptéridophytes et Cycadées-Gingkoacées. Il est important pour la distinction des espèces de *Chlamydomonadées* de noter si ces flagellums naissent de l'extrémité arrondie

antérieure de la cellule ou sur une papille cytoplasmique souvent surmontée d'une papille appartenant à la membrane [1]).

Pas plus que les vacuoles les flagellums ne sont des organes absolument individualisés ; tantôt lors de la multiplication ils sont rejetés, tantôt ils sont dévolus par moitié aux deux cellules filles (fig. 2) (à vérifier).

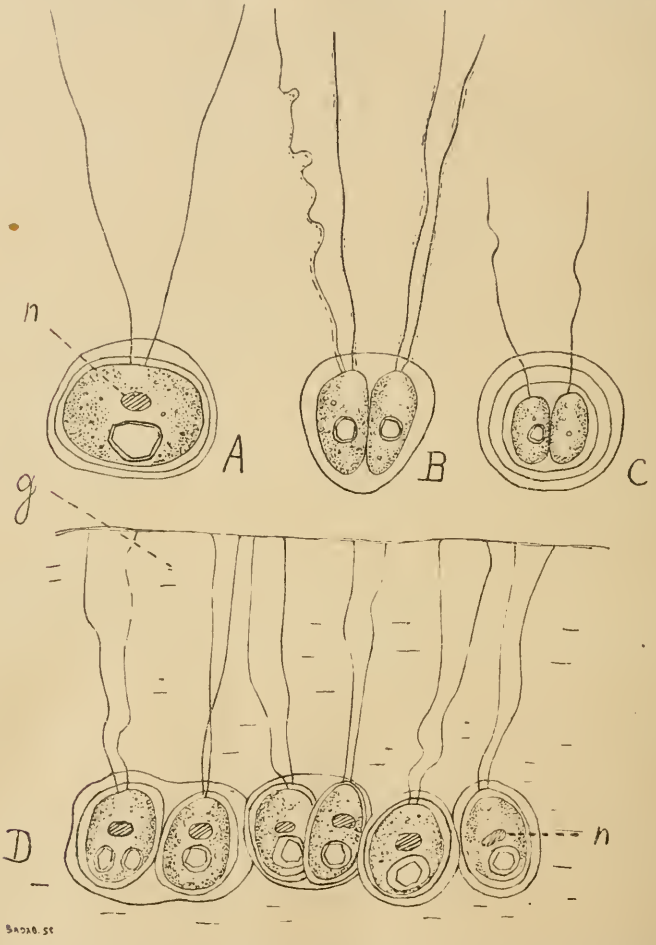


Fig. 3. — *Tetraspora gelatinosa.* — (Genève, Mars 1895). A, B, C. Divers états des cellules en voie de division et munies de leurs pseudo-cils. — *Stapfia cylindrica* (Autriche) cellules régulièrement disposées à la périphérie du cylindre gélatineux et poussant leurs pseudo-cils vers la surface de ce dernier ; g, manteau périphérique de la gelée ; n, nucleus.

Il est intéressant de constater que dans plusieurs cas dûment observés ils sont mobiles durant la division de la cellule en deux, en quatre ou en un plus grand nombre de cellules. J'ai eu l'occasion d'observer ce phénomène plusieurs fois dans les genres suivants : *Gonium,*

[1]) Voir Goroschankine, *Chlamydomonas Reinhardi.*

Eudorina, Brachiomonas. Dans ce dernier genre les deux cils restent attachés à l'une des moitiés (division longitudinale). Chez Eudorina il semble qu'ils restent en relation avec une couche mince de cytoplasma. Comme durant ce phénomène le noyau perd son individualité en se divisant, l'indépendance du mouvement et de l'existence des cils vis-à-vis du noyau me semble démontrée.

Le plus souvent les cils sortent obliquement c'est à dire des deux côtés de la papille de la membrane. Chez le genre *Eudorina* et chez les *Volvox* on voit les deux flagellums sortir parallèlement comme au travers

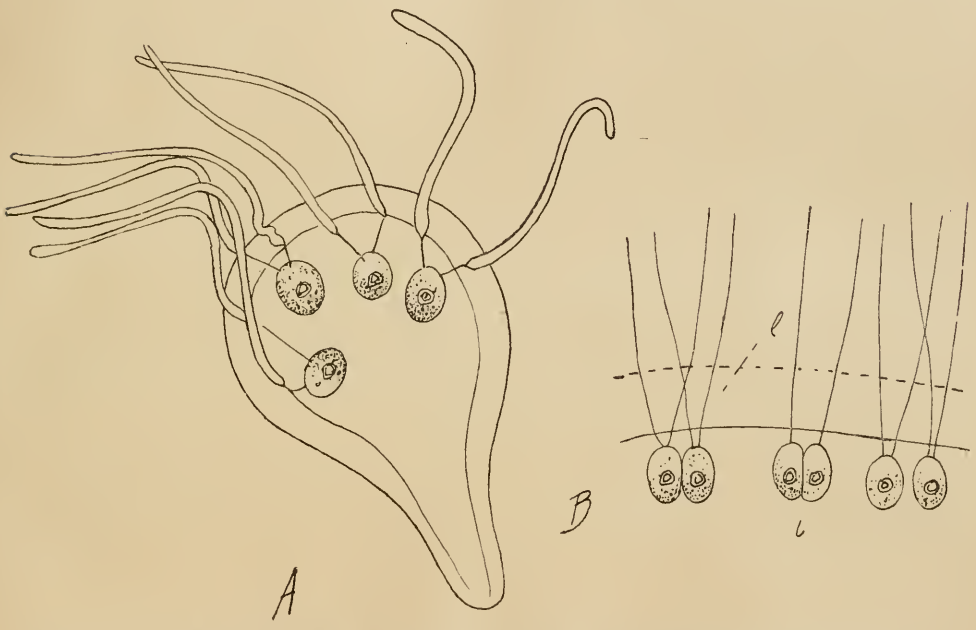


Fig. 4. — *Apiocystis Brauniana.* — A. Colonie quadricellulaire dont l'enveloppe plus dense est traversée par les fins pseudo-cils qui au sortir de la colonie s'entourent d'une gaîne de gelée spéciale; B. Cellules en voie de division, dont les pseudo-cils traversent le manteau de la colonie; i, cellule dédoublée avec répartition égale des cils; l, manteau de la colonie (d'après Correns).

d'un tube cylindrique qui paraît se prolonger au delà de la membrane générale gélifiée, car ils ne commencent à diverger que peu au delà de cette limite (fig. 2, *D*).

Le peu d'importance qu'ils jouent dans les phénomènes importants de la vie cellulaire est indiqué par leur manière d'être durant la fusion des gamètes ; les deux protoplastes se rencontrent tantôt bec à bec, tantôt latéralement ; il importe peu car les plasma sont déjà confondus et les noyaux accolés que les cils simplement additionnés entraînent la zygospore au loin.

Lors même qu'ils viendraient à se rencontrer comme dans le fusionnement apical ils restent distincts.

Comme la membrane plasmique les cils présentent peu d'électivité pour les substances colorantes.

Les pseudo-cils sont des formations analogues que l'on rencontre chez quelques Palmellacées. **Thuret** les a constatés pour la première fois chez les *Tetraspora*, **Fresenius** chez les *Apiocystis*, et Stapf et nous même chez les *Stapfia*. **Correns** en a fait une étude approfondie en ce qui concerne *Apiocystis*. Nous les avons vus et examinés dans ces trois genres. Chez *Stapfia* ils naissent à la façon des vrais cils de Volvocinées ou de zoospores de Palmellacées ; ils traversent la gelée spéciale, membrane, puis la gelée générale pour aboutir librement dans le milieu liquide (Stapf). Ils sont entourés chacun d'une gaîne colorable en violet par le bleu de méthylène : eux-mêmes se laissent imprégner assez facilement par les couleurs d'aniline, par exemple la safranine-eau d'aniline. Le pseudo-cil dans ces conditions paraît un peu toruleux et discontinu. Cela est sans doute un effet du réactif. Lors de la division les cils ne jouent aucun rôle actif. Il semble que parfois (*Stapfia*, *Tetraspora*) ils sont dévolus par moitié aux nouvelles cellules (fig. 3, *C*).

Les pseudo-cils d'*Apiocystis* sont entourés d'une gaîne épaisse à leur sortie de la colonie, pour le reste ils concordent avec ce qui a été dit de ceux de *Tetraspora* et de *Stapfia* (fig. 4, *B*).

On ne sait jusqu'à présent quelle est la relation qui peut exister entre ces pseudo-cils et les soies muqueuses des Chétopeltidées (nob). Ces dernières sont probablement comparables aux pseudo-cils engaînés des *Apiocystis*.

Bibliographie.

Dangeard, *Mémoire sur les Chlamydomonadinées*. Le botaniste, 1899.

Strasburger, *Schwärmsporen, Gameten und das Wesen der Befruchtung*, Histolog. Beiträge. Heft IV, 62.

Thuret, *Zoospores des algues*, Ann. Sc. nat., III sér., 1850, t. XIV, Pl. XXI.

Fresenius, Abhandl. der Senkenb. natf. Ges. II, 129, tab. XI.

Correns, *Apiocystis Brauniana*, in Zimmermann Morphol. und Phys. der Pflanzenzelle.

Chodat, *Stapfia, un nouveau genre de Palmellacées*, Bull. de l'Herb. Boissier 1897.

Stigma.

On appelle Stigma ou point oculiforme, une tache rouge qu'on rencontre chez les Volvocinées, et à l'état mobile zoosporé chez beaucoup de Chlorophycées, de Flagellées et de Phéophycées.

Le stigma varie peu ; c'est en général un corps baculiforme ou hémisphérique sous la membrane, à la limite extrême du protoplasma ; tantôt situé en avant, tantôt vers le pôle postérieur, sa situation semble invariable chez une même espèce. Cette position si variable d'espèce à espèce ne semble pas parler en faveur d'une fonction visuelle. Son rôle me paraît actuellement totalement inconnu. La substance rouge qu'il contient se colore en bleu par l'iode ; elle a donc une certaine analogie avec l'hématochrome des Trentepohliacées et des *Sphærella*. Le stigma ne prend pas part au phénomène de la division comme élément actif. Chez Eudorina, il est dévolu à l'un des produits de la division et doit se former *de novo* dans les autres. (Fig. 2, *B*, *C*, s.)

Lors de la fusion des gamètes les deux stigma restent longtemps visibles, ne se fusionnent pas, mais finissent par disparaître *(Chlamydomonas)*. J'ai observé que chez les zygotes de *Monostroma*, qui germent immédiatement, les deux stigma sont dévolus aux deux cellules filles.

Il y a des zoospores qui sont dépourvues de stigma ; ce sont celles des Confervacées et des Trentepohliacées (?).

Chromatophore.

La question de l'origine du chromatophore chez les algues vertes ne présente pas de difficultés. En effet, aucune cellule capable de se diviser ou de fonctionner comme cellule reproductrice n'en est dépourvue. Les crampons ont le plus souvent le chromatophore très réduit, ou décoloré ; il en est de même des rhizines et des poils des Chétophoracées.

Parfois assez difficile à définir *(Hydrodictyon,* quelques Protococcacées), il est le plus souvent très distinct et n'occupe qu'une partie de la cellule.

Chez certaines Chlamydomonadinées il remplit presque la cellule, ne laissant libre que la partie antérieure où sont logés les vacuoles et le noyau cellulaire ; chez les Volvocinées et les Palmellacées, il est souvent en forme de cloche plus ou moins massive ; parfois sa surface est munie de crêtes longitudinales (Fig. 5. *G.*) (*Chlamydomonas grandis* Stein) ou fendu en lanières (*Chl. Kleinii* Schmdl.), ou irrégulièrement perforé, réticulé (Fig. 5, *A.*) *(Ch. reticulata)*, ou perforé par

une fenêtre rectangulaire (*Ch. pertusa* Chod.). Cette variabilité extrême qu'il présente dans le genre *Chlamydomonas* est remplacée par une grande uniformité chez les autres Volvocinées, où il est toujours plus ou moins en cloche.

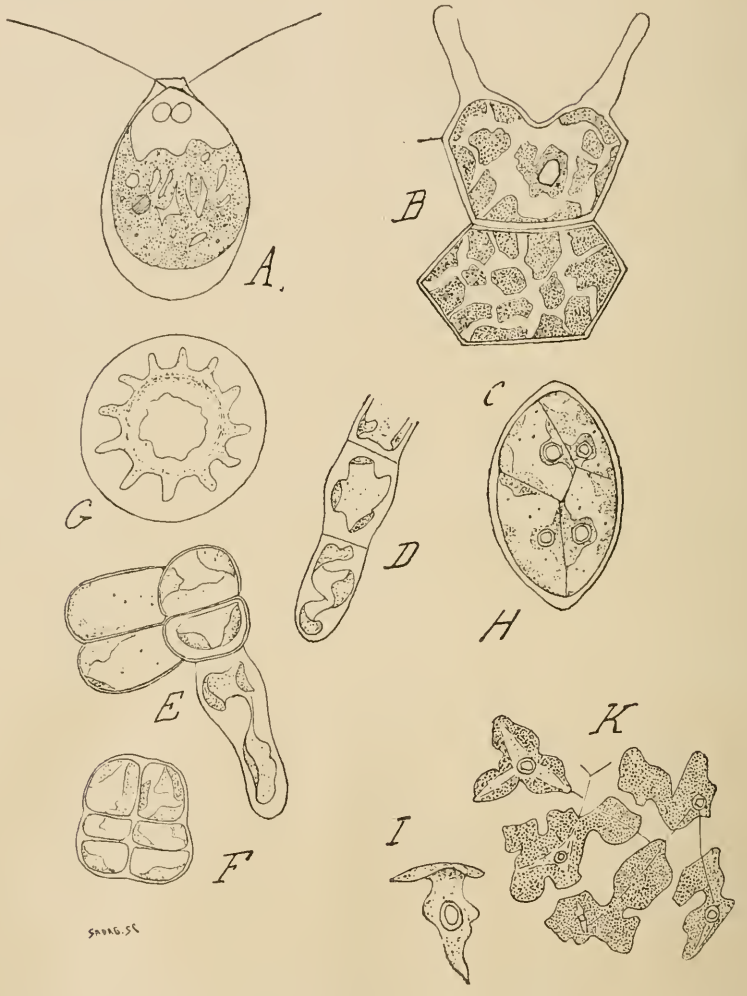


Fig. 5. — Divers aspects du chromatophore chez les Chlorophycées. — A. *Chlamydomonas reticulata,* chromatophore perforé; B. Deux cellules de *Pediastrum Boryanum* montrant la fragmentation du chromatophore; C. Cellule de *Scenedesmus costatus* en voie de division, montrant le chromatophore lobé; D. Filament de *Pleurococcus Nægelii* avec chromatophore en plaque ou lobé ou subspiralé; E, F. Divers états du Pleurococcus précèdent montrant la variation du chromatophore; G. Section optique du *Chlamydomonas Steinii* Gorosch. montrant les crêtes du chromatophore; I. Chromatophore pulvinulé d'Eremosphaera vu de profil; K. Chromatophores du même vus de face.

Chez les Protococcacées, il est ordinairement en plaque pariétale simple ou ondulée (*Dictyosphærium, Golenkinia, Kirchneriella,* etc.), épaissie

ordinairement au milieu pour y former le pyrénoïde. Cette plaque pariétale peut, avec l'accroissement de la cellule, devenir lobée, incisée sur ses bords et, par accroissement inégal, finir par être irrégulièrement perforée (Fig. 5, *B*) (*Scenedesmus quadricaudatus, S. Opoliensis* Richt., *S. curvatus* Bohlin, *Pediastrum Boryanum*).

Il en est de même chez beaucoup de Pleurococcacées et de Chétophoracées. Dans le *Pleurococcus Nægelii* nob., la plaque pariétale de

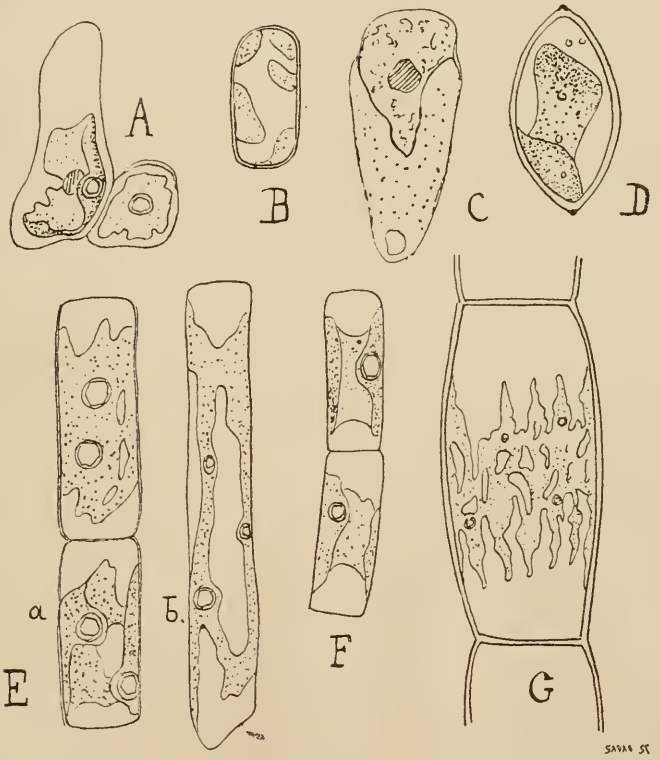


Fig. 6. — Divers aspects du chromatophore chez les Chlorophycées. — A. Cellules embryonnaires du *Coleochaete pulvinata,* le noyau est indiqué par les hachures et le pyrénoïde par le double contour ; B. Cellule du *Bumilleria* à plusieurs chromatophores sans pyrénoïdes; C. Cellule du *Botryococcus Braunii,* section optique montrant le chromatophore en V et le plasma nucléé; D. *Oocystis lacustris,* avec chromatophore en plaque; E. Cellules de branches d'ordres divers du *Chætophora cornu-damae ;* F. Cellules des branches, G. Cellules de l'axe de *Draparnaldia plumosa* montrant la variabilité du chromatophore.

conchoïdale devient lobée, quadri ou multilobée; si la cellule s'allonge, cette plaque devient plus ou moins spiralée, (Fig. 5, *D—F*). Le *Pleurococcus vulgaris* Menegh. a un chromatophore central présentant d'un côté une échancrure. De cet axe central plus ou moins massif se détachent des ailes ou des crêtes épaisses ou plus minces, lobées sur leur bord,

ce qui donne à ce chromatophore une apparence étoilée. L'échancrure fait supposer, qu'ici encore, le chromatophore est en cloche massive couverte de crêtes. Le type du chromatophore se maintient dans une même espèce, mais varie dans les branches d'ordre différent.

Ceux de l'*Eremosphæra* ont la forme de clous (Fig. 5, *I*): la tête pulvinulée à bords diversement échancrés, se prolonge en un appendice centripète aigu; dans l'*Oocystis solitaria*, qui est voisin d'*Eremosphæra*, les chromatophores multiples sont en coussinets qui présentent leur convexité vers l'intérieur.

Chez les Ulvacées, les Ulothriciacées, les Coléochétacées, le chromatophore est en plaque pariétale unique. (Fig. 6.)

Celui des Schizogoniées est nettement étoilé. Les Trentepohliacées en ont un assez grand nombre en forme de petits disques. Karsten prétend qu'ils résultent de la division d'une plaque unique. Je n'ai pu vérifier cette assertion.

Les Confervoïdées en ont un ou plusieurs par cellule et dans le *Botryococcus Braunii*, le chromatophore en cloche est lobé sur ses bords. Il y a en somme peu de variations importantes de cet organe de la cellule chez les algues vertes filamenteuses, à l'exception des Desmidiées et des Zygnemacées, où il prend les apparences les plus bizarres. Il n'y a guère que les *Chlamydomonas* qui offrent une variété aussi grande.

Pour autant que nous avons pu nous en convaincre, la structure du chromatophore est spongieuse et le pigment est adhérent au stroma lacuneux.

Comme chez les autres plantes, le chromatophore se reproduit par division. A chaque zoospore ou nouvelle cellule correspond une portion de l'ancien chromatophore. Ce dernier se perfore, puis se divise, si bien que peu avant la formation définitive des nouvelles cellules, la cellule mère semble avoir un nombre considérable ou restreint de chromatophores en petits disques (*Pleurococcus vulgaris*).

Le chromatophore est en général moins chromatophile que le cytoplasma.

Organe d'assimilation par excellence, le chloroplaste est sensible à l'action de la lumière. On n'a pas encore étudié en détail la nature même du pigment chlorophyllien des algues vertes. Il est cependant certain qu'il n'est pas unique, mais que, comme chez les plantes supérieures, il y a plusieurs chlorophylles!

En effet, les différentes algues sont inégalement sensibles à la lumière; les *Ancylonema* et les *Spirogyra*, déjà cités, paraissent protéger leur chlorophylle par un écran de suc cellulaire coloré. D'autres, qui vivent sur la neige, le sol, ou les rochers humides développent un pigment rouge-orangé, l'hématochrome, qui semble également fonctionner

comme écran. Il est à remarquer que beaucoup d'algues aériennes protègent ainsi leur chlorophylle; ce sont les *Trentepohlia,* les *Sphœrella,* les *Pleurococcus* (sur mur), les *Palmellococcus* et beaucoup d'états durables d'algues de diverses familles. C'est ainsi que les zygotes sont souvent colorées en rouge ou rouge-orangé. Le *Botryococcus Braunii* colore également l'huile qu'il excrète en rouge-orangé ou en rouge vif. Cette coloration est-elle le fait de la dessication, de la lumière ou d'un changement quelconque des circonstances que détermine la fécondation? Autant que j'ai pu m'en assurer, la lumière active l'élaboration du pigment protecteur, car lorsqu'on cultive *Sphœrella plurialis, Palmellococcus miniatus* ou *Palmella miniata* à l'abri de la lumière directe, la coloration rouge diminue ou disparaît complètement.

Le pigment chlorophyllien, vert chez la plupart, paraît jaunâtre ou olivâtre chez plusieurs Confervoïdées, glauque chez certaines Schizogoniées, bleuâtre chez les algues mal définies étudiées par Lagerheim, Hansgirg et Hieronymus (*Glaucocystis, Allogonium,* etc.).

Il y aurait toute une étude à faire sur les pigments chlorophylliens des algues vertes et sur l'influence de diverses conditions sur les fonctions de ces chlorophylles.

Gerassimoff, dans des expériences fort ingénieuses, réussit à montrer que la fonction assimilatrice des chromatophores ne dépend pas du noyau: les cellules non nucléées des *Spirogyra,* obtenues par son procédé de l'abaissement de la température lors de la division, assimilent encore et produisent de l'amidon.

Les chromatophores des algues vertes produisent de l'amidon, qui tantôt accompagne le pyrénoïde, tantôt se forme en dehors de ce dernier: ainsi chez les *Chlorogonium,* les *Phacotus,* les *Scenodesmus,* etc.

Bibliographie.

Gautier, *Pluralité des Chlorophylles,* Comptes-rendus Acad. sc. Paris, 1895.

Lagerheim, *Ein neues Beispiel des Vorkommens von Chromatophoren bei den Phycochromaceen:* Ber. d. d. b. Ges. I, 302 (Glaucocystis).

Palla. *Ueber ein neues Organ der Conjugatenzelle* (Karyoïdes). Ber. d. bot. Ges. XII, 152, tab. VIII.

Zopf. Biolog. C. B. XV, 1895, *Hématochrome de l'Haematococcus plurialis.*

Schmitz, *die Chromatophoren der Algen,* Bonn 1882. in-4°, 180 p. et 1 pl.

Le Pyrénoïde.

Les pyrénoïdes sont très répandus dans la classe des Chlorophycées et ne manquent qu'à quelques Protococcacées, à toutes les Trentepohliacées et aux Confervoïdées.

La nature même de ces corps, encore assez problématiques, n'est pas tout à fait élucidée; on les a comparés aux grains d'aleurone, mais ces derniers ne sont pas accompagnés habituellement d'une enveloppe amylacée.

Il y a des pyrénoïdes sans amylosphère. Hieronymus a décrit avec soin celui de *Dicranochæte reniformis*. L'analogie du pyrénoïde avec le cristalloïde des grains d'aleurone est grande. En effet, tous les cristalloïdes sont loin d'avoir la régularité de ceux du *Ricinus communis;* il en est qui ont un contour beaucoup moins anguleux ou qui paraissent constituer des macles empâtées: la régularité cristallographique n'est pas d'ailleurs nécessaire pour qu'on assimile ces formations à des cristalloïdes. Beaucoup de cristallisations dans des milieux organiques présentent cette absence de contours définis. L'amidon même, dont la biréfringence et la structure intime parlent en faveur d'une structure cristalline intime, n'a pas de contours anguleux et prend parfois des formes bizarres. La réfringence du pyréno-cristal, ainsi que nous appelons le corps principal du pyrénoïde, est faible.

Ce pyréno-cristal se colore par les colorants du noyau ou des cristalloïdes d'albumine ; la fuchsine acide, le bleu de méthylène, l'hématoxyline, etc., le colorent souvent moins vivement que le noyau. Un de mes élèves, M. le Dr Boubier, auquel j'avais conseillé une étude sur le pyrénoïde, a examiné celui des Zygnemacées. Il le considère comme entouré d'une membrane qui deviendrait spécialisée et qui serait en rapport avec un épaississement du chromatophore qui réunit les pyrénoïdes d'une même bande chlorophyllienne.

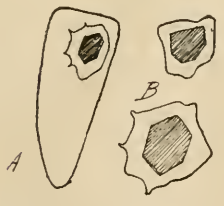


Fig. 7. — Chætophora cornu-damæ (Genève). A. Cellule avec pyrénoïde, pyréno-cristal (hachures) et amylosphère anguleuse; B. Le même, isolé.

Le pyréno-cristal est le plus souvent anguleux. C'est ainsi que je l'ai décrit chez le *Stapfia* et plusieurs Volvocinées; les *Chætophora* en ont également de nettement anguleux (v. fig. 7).

Par contre, chez d'autres, les angles sont comme émoussés ou même arrondis.

Cette apparence peut être due au fait que sur le pyréno-cristal central sont venues se déposer de nouvelles couches ou que le pyrénoïde a subi un commencement de dissolution. J'ai pu me convaincre de la structure cristalline de ce corps dans des chromatophores du *Pleurococcus*

vulgaris (sur bouleau). On y voyait parfois deux cristaux maclés et présentant chacun une section hexagonale bien distincte. (Fig. 8, *A*, *B*.)

Chez la même espèce, cette forme peut être masquée par une croissance très inégale, comme cela se voit dans les cellules géantes.

Parmi les plus curieux pyréno-cristaux cités sont ceux de certains *Chlamydomonas*.

Celui de *Chlamydomonas Monadina* Stein (*Chl. Braunii* Gorosch.) est en forme de fer à cheval disposé perpendiculairement à l'axe et qui entoure le noyau.

Fig. 8. — Pyrénoïdes. — A. 1—3, de *Pleurococcus vulgaris*, cellules géantes développées sur bois humide ; B. 4—8 divers aspects du même pyrénoïde, l'amylosphère n'est pas dessinée, en 7 le contour du chromatophore ; C, D, du *Raphidium pyrenogerum* (Ariana, Genève) ; E, du *Golenkinia radiata*.

Le pyréno-cristal se multiplie souvent par division. Il paraît parfois s'allonger en biscuit et se multiplier par segmentation à la façon du noyau dans la division directe. Je l'ai vu, chez d'autres, se briser à la façon des cristalloïdes de Ricinus, c'est-à-dire se diviser en plusieurs fragments.

On ne sait pas jusqu'à présent avec certitude si la sphère amylacée qui l'entoure est librement plongée dans le chromatophore ou si elle est entourée d'une membrane spéciale à la façon de celle des grains d'aleurone. Chez les *Spirogyra*, en utilisant le réactif de Millon on peut se convaincre de l'existence d'une semblable membrane que M. Boubier considère comme individualisée mais qui pourrait n'être que l'analogue du tonoplaste des vacuoles.

Lorsque le pyrénoïde se dissout, comme cela arrive dans les cellules en voie d'allongement des *Pleurococcus*, ou dans les cellules qui se préparent à la zoosporulation, il reste parfois à sa place une cavité qui persiste pendant longtemps et dont les bords sont bien définis. Cette vésicule est souvent comprimée par la turgescence du chromatophore ; on n'en remarque pas moins une strie, une fente aiguë. Ceci semble parler en faveur de l'existence d'une vacuole bien définie et subindividualisée.

L'amidon qui entoure le pyréno-cristal semble le plus souvent former une sphère continue, mais chez les *Spirogyra* il est aisé de s'assurer que cette amylosphère est constituée par un certain nombre de grains séparés par des trabécules de plasma qui partent de la paroi pyrénoïdienne.

Parfois la sphère amylacée n'a pas un contour défini mais paraît lobée et comme pénétrant dans le plasma du chromatophore, auquel cas l'existence d'une membrane pyrénoïdienne paraît douteuse.

M. Boubier a montré que les pyrénoïdes du *Spirogyra* naissent exclusivement en relation avec une crête particulière du chromatophore, à laquelle il a donné le nom de pyrénodesme.

C'est bien le degré le plus élevé de différenciation et de localisation qu'atteigne le pyrénoïde.

Sa place n'est d'ailleurs pas indéterminée. Chez les Palmellacées et les Volvocinées, comme aussi chez la plupart des Protococcacées, il occupe une place déterminée ; en général logé dans un épaississement du chromatophore il est situé au centre du chromatophore étoilé (*Pleurococcus vulgaris* Menegh. *Schizogonium*), au milieu de la calotte épaissie (diverses Chlamydomonadées) ; en avant et en arrière de la fenêtre du chloroplaste (*Chl. pertusa*). Chez les Chlorophycées filamenteuses où il y a souvent plusieurs pyrénoïdes par cellule sa situation dans le chromatophore paraît quelconque. Il ne se forme cependant jamais au bord de ce dernier mais en occupe constamment les parties les plus épaisses.

Lors de la division de la cellule ordinairement le pyrénoïde se divise également. On voit apparaître dans la vésicule pyrénoïdienne qui grossit, un étranglement ou une fragmentation du pyréno-cristal (Palmellacées, Volvocinées). Parfois, au contraire, le pyrénoïde est dévolu à l'un des protoplastes et de l'autre côté du jeune diaphragme naît un nouveau pyréno-cristal, tout d'abord exigu, puis qui grossit à mesure que la cellule se libère (*Tetraspora, Stapfia, Eudorina*).

Chez d'autres et chez ceux-ci également, sans que je puisse indiquer pourquoi, le pyrénoïde s'évanouit progressivement à mesure que le phénomène de la division progresse pour réapparaître dans les nouvelles cellules (*Eudorina*, préparation à la production des zoospores dans le *Pleurococcus vulgaris* Menegh).

Les pyrénoïdes devront donc naître de nouveau. La possibilité de cette origine spontanée du pyrénoïde est parfaitement démontrée lors de la production de cellules géantes hibernantes de certaines Volvocinées (*Haematococcus, Sphaerella, Pleurococcus)* ou lors de la production de nouvelles colonies dans le genre *Eudorina*.

Le pyrénoïde primitif ne subit aucune altération, ou au contraire il grossit démesurément, tandis que naissent en complète indépendance du premier de petits pyrénoïdes qui seront dévolus aux cellules filles lors de la division de ces cellules géantes.

En résumé :

Le pyrénoïde se multiplie par divisions égale ou inégale ou se reproduit par néo-formation [1].)

[1]) Chodat, *Stapfia* l. c. et Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoïdées.

Il semble que d'une manière générale le pyrénoïde se multiplie par division dans les cellules bien nourries, ou lorsque le phénomène ne nécessite pas une réserve albumineuse trop considérable. Dans les colonies ou les cellules mal nourries l'amidon disparaît d'abord, puis le cristalloïde.

Lors de la production des nouveaux réseaux d'Hydrodictyon c'est ce dernier mode qui a lieu. Il en est de même lors de la production des zoospores chez plusieurs algues (*Pleurococcus*).

La présence ou l'absence du pyrénoïde est un caractère systématique important. Il paraît constant. Ainsi chez les Chlamydomonadées quelques espèces seulement en sont dépourvues. Parmi les Protococcacées le *Raphidium Braunii*, *R. polymorphum*, le *Palmellococcus*, le *Schizochlamys*, etc., en sont constamment dépourvus. (*Pleurococcus Naegelii*).

Par contre, il peut disparaître pendant l'évolution de certaines espèces.

Ainsi lorsque le *Pleurococcus vulgaris* Menegh. donne naissance à des filaments, les pyrénoïdes disparaissent très souvent. Il en est de même lorsque les états Hormotila du même genre donnent naissance aux thalles filamenteux décrits[1]).

Ce caractère étant donc de la plus grande importance il doit avant tout être distingué. Malheureusement la plupart des anciens algologues descripteurs ont négligé d'indiquer si leurs espèces étaient pourvues ou non de pyrénoïdes.

Le noyau.

Les cellules des Euchlorophycées possèdent en général un noyau ; il n'y a que les Cladophoracées dont les cellules logent typiquement un ou plusieurs noyaux. Cependant nous avons constaté, M. Huber et moi[2]), que de très bonne heure déjà, c'est-à-dire dans les colonies peu après leur formation, le nombre des noyaux se multiplie insensiblement de telle sorte que la cellule adulte y est multinucléée.

Cette multiplication de noyau n'est pas suivie immédiatement d'une segmentation correspondante du protoplasma.

Il en est sans doute de même de beaucoup d'algues qui produisent en peu de temps des zoospores et des gamètes (*Ulothrix, Hydrodictyon*) ou qui donnent naissance à des autocolonies (*Scenedesmus, Polyedrium*, etc.

[1]) M. Senn commet une mauvaise plaisanterie quand il me fait dire que des organismes sans pyrénoïdes se transforment en organismes avec pyrénoïdes. Où ai-je dit cela ?

[2]) Chodat et Huber, *Recherches expérimentales sur le Pediastrum Boryanum.*

La grosseur des noyaux varie beaucoup. Excessivement petits dans le genre *Pediastrum* ils sont assez gros chez les Volvocinées, les Tétrasporacées et quelques Protococcoïdées pour qu'on puisse les voir sans employer de réactifs.

Soit dans leur constitution, soit dans leur mode de division, les noyaux des algues vertes, d'ailleurs encore incomplètement étudiés, correspondent à ceux des plantes supérieures. La karyokinèse a été décrite chez les Chlamydomonadées par Dangeard[1]), chez les *Stapfia* par nous-même, chez les *Oedogonium* par Klebahn[2]), chez les *Coleochaete* par Oltmans[3]) (en ne considérant que les Euchlorophycées). Aucun de ces auteurs n'a pu constater de sphères attractives et le phénomène en lui-même ne diffère en rien d'essentiel de ce qui est connu des autres plantes.

En étudiant avec Mlle Cretier la cytologie du *Botryococcus Braunii* nous avons découvert dans cette curieuse Confervoïdée (?) deux nucleus, l'un normal, le macronucleus, assez gros muni ordinairement d'un nucléole très chromatophile et l'autre plus petit, situé à la base de la cellule. J'avais déjà cité ce corps dans mon premier mémoire sur ce sujet.

Lors de la division cellulaire il y a division conjuguée. Nous ne savons jusqu'à présent quelle est la signification de la présence de ces macro- et micronucleus.

Notre but n'étant pas de faire de la botanique générale mais de ne signaler que ce qui a une importance algologique, nous nous bornons aux quelques remarques suivantes.

Le noyau a selon Klebs et Haberlandt une importance considérable en ce qui concerne la formation des membranes. Ayant plasmolysé des Zygnemacées de manière à obtenir des protoplastes partiels dont les uns étaient nucléés, les autres sans noyau, Klebs n'a pas vu se former de membranes autour des portions énucléées. Palla arrive à une conclusion contraire ce qui est expliqué par Townsend par la supposition que dans les expériences de ce dernier auteur, les masses énucléées auraient été en relation avec des protoplastes nuculéés par des filets protoplasmiques. La question ne me semble pas encore résolue.

Il a été dit plus haut que l'assimilation se fait dans les cellules dépourvues de noyau.

L'importance du noyau dans la cellule n'est pas à établir, cependant son mode d'agir dans la fécondation des algues vertes Euchlorophycées est encore peu connu. Il n'y a jusqu'à présent que des recherches peu récentes de Goroschankine et d'autres peu suggestives de Klebahn et d'Oltmans.

[1]) Dangeard, Histoire d'une cellule.

[2]) Klebahn, *Studien über Zygoten,* Pringsh. Jahrb. Bd. 24.

[3]) Oltmans, *Die Entwickelung der Sexualorgane bei Coleochaete pulvinata,* Flora. 1898, page 1. Tab. I et II.

Il est cependant certain qu'ici comme autre part la fécondation est caractérisée par la fusion de noyaux.

Bibliographie.

Klebs, *Beiträge zur Phys. der Pflanzenzelle*, Ber. d. d. bot. Ges. V, 181 (Influence du noyau sur la membrane).

Palla, Flora XLVIII, 1890, 314-331, tab. XIII. (Influence du noyau sur la formation de la membrane).

Dangeard, *Chlamydomonadinées*, 1899.

Oltmans, *Sexualorgane bei Coleochaete*, Flora, 1898, p. 9. Tab. I et II.

Klebahn, *Studien über Zygoten*. I et II, Pringsheims Jahrb. Bd. 22 et 24.

Klebs, *Ueber den Einfluss des Kernes in der Zelle*, Biolog. Centr. Bl. 1887, Bd. 7.

Chodat, *Stapfia*, Bulletin de l'herbier Boissier, 1897, p. 939. Tab. V.

Chodat et Huber, *Recherches expérimentales sur le Pediastrum Boryanum*, Bull. de la soc. bot suisse, 1895.

Gerassimoff, *Ueber die kernlosen Zellen bei einigen Conjugaten*, Bull. soc. imp. des naturalistes de Moscou, 1892, p. 109.

Goroschankine, *Beiträge zur Kenntniss der Morphologie und Systematik der Chlamydomonaden*, Bull. mosc. 1890, n° 3.

Heinricher, *Zur Kenntniss der Algengattung, Sphaeroplea*, Ber. d. d. bot. Ges. 1883, p. 433.

Schmitz, *Die Zellkerne der Thallophyten*, Verhandl. d. Nat. Vereins d. preuss. Rheinlande. 1879-1880.

Weber van Bosse (Trichophilus). *Etudes sur les Algues parasites des Paresseux*. Verhandl. der Hollandsche Maatschappij der Wetenschappen, 3. Verz. Deel 5, Stuck 1.

Istvanffi, *Zur Kenntniss von Ulothrix zonata*. Bot. C. Bl. 1888. Bd. 35, p. 122.

Overton. *Ein Beitrag zur Kenntniss der Gatt. Volvox*. Bot. C. Bl. 1889, Bd. XXXIX.

Rauwenhoff, *Onderzoekingen over Sphaeroplea annulina* Ag. Verhandl. der Kong. Akad. van Wetenschappen te Amsterdam, Deel 26, 1887. (Archives néerlandaises, T. 22, 1887, p. 91).

Askenasy, *Ueber die Entwickelung von Pediastrum*, Ber. d. d. Bot. Ges. Bd. VI. H. 3, 1888.

La Membrane.

La question de la membrane est l'une des plus difficiles de la botanique. Les auteurs ne sont pas encore arrivés à une solution satisfaisante quant à son origine et à sa croissance.

La membrane la plus simple est celle qui se forme à la périphérie de tout protoplaste, au contact de l'eau ou d'un suc cellulaire. Cette

zone limite, considérée par les uns comme un organe différencié de la cellule, paraît n'être que le résultat du contact du protoplasme avec un milieu liquide qui produit une espèce de coagulation à la surface de l'albumine vivante.

Plusieurs auteurs l'ont considérée comme l'expression d'une simple tension superficielle. Cette membrane plasmique n'est pas définie vers l'intérieur et ne se laisse pas séparer du plasma sous-jacent. Elle est sans doute le résultat d'actions combinées plus complexes que celles que je viens d'énumérer.

Quoi qu'il en soit, c'est elle qui préside à la régularisation des échanges osmotiques.

Les algues capables de mouvements métaboliques n'ont guère que cette limite éminemment mobile et capable de suivre les mouvements de déformation du protoplasma (*Euglènes*, spores amboïdes de *Golenkinia*, zoospores de Confervoïdées).

Mais de très bonne heure déjà, naît autour du plasma une couche limite qui mérite le nom de membrane cellulaire.

Que l'on vienne à plasmolyser le contenu des cellules d'algues dans une solution additionnée de Rouge-Congo, on pourra suivre pas à pas l'origine de cette dépendance du protoplasma.

La jeune membrane déjà cellulosique, ne se laisse pas séparer du plasma sous-jacent [1]). Elle est continue avec la zone périplasmique. D'ailleurs, plus tard, elle adhère encore fortement à cette zone plasmique périphérique. Nous avons montré [2]) combien est générale cette adhérence. La jeune membrane est, comme celle d'autres plantes, de composition variable. Autant qu'on peut en juger par l'emploi des colorants, elle contient de la cellulose, parfois également de la pectose. Les celluloses des membranes des algues ne se colorent pas toutes directement avec le Congo-ammoniacal. Pour s'assurer de la présence de ce corps, il vaut mieux utiliser le chlorure de zinc iodé ou l'acide iodhydrique iodé fumant, qui colorent les celluloses en violet.

En général, une différenciation s'opère dans la membrane peu après sa formation. Les composés pectiques sont refoulés vers l'extérieur où ils forment une bordure plus ou moins épaisse, tandis que le cadre interne reste cellulosique. Ainsi, dans la plupart des algues étudiées par moi : *Pleurococcus vulgaris*, *Scenedesmus quadricaudatus*, *Eremosphæra*, *Pediastrum*, *Oocystis*, *Ulothrix*, etc.

On sait combien variables sont les composés pectiques : les uns, insolubles dans l'eau et les acides ; les autres, solubles dans les alcalis ou les carbonates alcalins ou les combinaisons ammoniacales d'acides orga-

[1]) Klebs, Gallerte, in Untersuch. aus dem Labor. Tübingen.

[2]) Chodat et Boubier, Journal de botanique, 1898.

niques (oxalate d'ammoniaque). Ces composés pectiques se laissent imprègner de couleurs d'aniline, parmi les plus importantes desquelles il faut noter la vésuvine ou brun de Bismark, le bleu de méthylène, la safranine, la fuchsine, le violet de gentiane.

Ces composés pectiques, comme les celluloses, peuvent passer par une foule de modifications qui les transforment de plus en plus en mucilages ou en gelées.

Mangin a montré quelle était la relation entre les mucilages et les catégories de membranes dont ils dérivent chez les plantes supérieures.

Il en est de même ici. Certaines membranes se laissent colorer en violet par l'iodure de potassium iodé : elles contiennent donc de l'amylose à côté de leur cellulose (membrane spéciale du *Botryococcus Braunii*).

On dit des membranes qu'elles se gélifient quand elles passent a l'état de mucilage, ce qui n'est pas identique avec une simple hydratation. Il s'agit bien plutôt d'une modification moléculaire: une cellulose à molécule compliquée passe à un état plus simple; le nombre des molécules double ou triple en même temps qu'il y a hydratation. De là le fait qui étonne au premier abord que les déshydratants, comme l'alcool, ne contractent pas toujours d'une manière très énergique les membranes dites gélifiées.

La gélification met le plus souvent en évidence l'accroissement centripète des membranes, qui semble se faire par apposition. Plusieurs auteurs ont vu dans cette production successive des membranes une transformation de la membrane plasmique qui serait ainsi continuellement régénérée. D'autres ne voient dans les membranes qu'un produit secrété à la surface de la membrane plasmique.

Lorsque, comme dans le genre *Gloeocystis,* il y a un emboîtement de membranes à la façon de *Gloeocapsa,* les couches les plus jeunes sont internes, et les extérieures doivent s'accroître en surface pour suivre l'épaississement dû à la production constante de nouvelles couches. Lorsqu'il y a division, la membrane de la cellule-mère est conservée et emboîte celles des cellules-filles et ainsi de suite. Les produits de la division primitivement séparés par une cloison mince sont séparés les uns des autres par la gélification des membranes spéciales. Si ces cellules sont disposées selon trois directions et que la gélification se fasse également, les thalles muqueux deviendront des boules ou des masses cérébroïdes, botryoïdes.

Dans les Tetraspora, les cellules étant disposées sur un plan, l'emboîtement se fera dans deux directions.

On a nommé *Urococcus* des états curieux de Chlorophycées chez lesquels la gélification et l'épaississement de la membrane se fait d'un

seul côté. Il en résulte un pied gélifié plus ou moins allongé, couronné par la cellule arrondie. Il n'est pas certain qu'ici la cellule transforme régulièrement sa membrane d'un côté en une couche gélifiée en forme de croissant ou d'écaille qui vient se superposer au segment précédent.

Fig. 9. — Etats *Urococcus* et *Hormotila* d'un *Pleurococcus Naegelii*. — A et B. Origine des pieds gélifiés; on voit en *a* et *b*, la manière dont les anciennes couches sont progressivement rejetées et superposées en pieds gelifiés; C. Cellule rajeunie qui a rompu en arrière la membrane rejetée sous forme de calotte et poussé en avant les débris du couvercle.

Il se pourrait que cette production de pieds fût le résultat d'une excrétion à travers la membrane propre de la cellule.

Il est aisé, dans certains cas, de montrer que la gelée n'est pas une excrétion, mais une transformation de la membrane.

Dans certains états *Hormotila,* il est évident que la membrane primitive a été rompue et que les nouvelles couches superposées sont nées par apposition centripète (v. fig. 9).

Il est intéressant d'étudier ce phénomène chez certaines Protococcacées gélifiées, et en particulier chez les espèces d'Oocystis. *L'O. lacustris* Chod. possède une membrane différenciée en une couche interne cellulosique et une couche externe pectosique. Aux deux extrémités de la cellule se trouve une calotte d'épaississement. Lorsque la cellule se divise, il y a gélification et accroissement des membranes. La zone pectosique externe s'accroit beaucoup et reste couronnée de deux calottes caractéristiques. La zone cellulosique se gélifie fortement et se mélange avec de la pectose; il est facile, grâce à la présence des deux calottes d'épaississement, de reconnaître dans la vésicule générale l'enveloppe gélifiée de la cellule-mère.

On a appelé état *Schizochlamys* des stades gélifiées où la membrane de la cellule-mère est rompue en plusieurs écailles par le développement

de la gelée secrétée par les cellules-filles (*Nephrocytium, Schizochlamys, Palmella, Tetraspora, Sphærocystis,* etc.).

Dans le genre Sphærocystis, où les cellules sont disposées à la périphérie d'une sphère gélifiée, on peut reconnaître l'inégalité de la gélification des membranes emboîtantes qui persistent vers l'extérieur, tandis que vers le centre la gélification très aqueuse a effacé les distinctions entre les différentes couches.

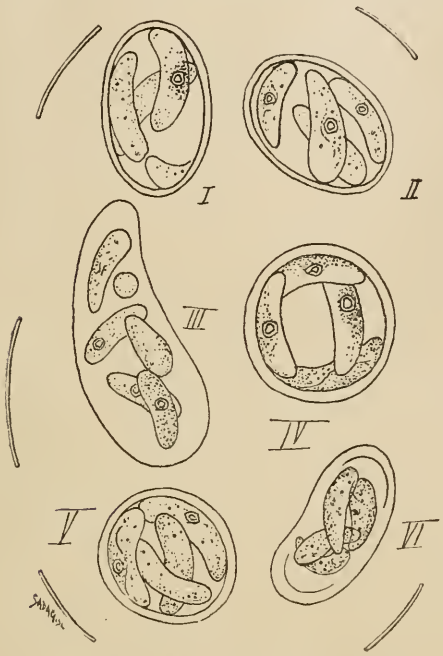


Fig. 10. — Stades Schizochlamys du *Nephrocytium Aghardianum*; au pourtour des colonies on voit les débris de l'ancienne membrane.

Fig. 11. — *Schizochlamys gelatinosa* (Marais d'Einsiedeln).

Lorsque la production de gelée est très abondante vers le centre de la colonie, les individus deviennent périphériques.

C'est par un procédé semblable que les cellules des Hormotila sont élevées sur des pieds gélifiés.

Chez ces dernières, comme chez les Glœocystes et les Sphærocystes, il est aisé de voir que la gelée s'est formée à l'intérieur de la membrane, qui finit par se rompre. (En se répétant, ce phénomène produit les structures curieuses représentées par les fig. 9 et 12). Klebs considère les gelées (Gallerte) comme distinctes des membranes. Cela n'est juste qu'en partie. Il y a parfois membrane solide et à son pourtour ou à sa face interne un anneau gélifié qui présente la structure lamellaire des vraies membranes. Or, en tenant compte du fait que les vraies membranes peuvent contenir des corps chimiques différents tels que cellulose, pectose, callose, ce qu'on peut démontrer par l'extraction au moyen du réactif de Schweitzer, il n'y a pas lieu de ne pas considérer comme appartenant

à la membrane les gelées qui l'accompagnent. Ces dernières sont parfois excrétées à sa surface externe, parfois à sa surface interne.

Fig. 12. — *Pleurococcus Naegelii.* — Etats *Hormotila.* — A. Etat parfait; B. Stade intermédiaire, durant la production des pieds; C. Commencement de la gélification d'un thalle de *Pleurococcus*; D. Origine de la ramification; E. Etat initial non gélifié; F—J. Débuts de la gélification.

Ce travail de segrégation a lieu normalement chez les plantes supérieures où la membrane des jeunes tissus, dans le méristème primitif et les méristèmes secondaires, renferme de la pectose et de la cellulose la pectose est un corps encore mal défini, mais qui retient les mêmes couleurs que les composés pectiques dans lesquels, suivant Mangin[1]), elle se transforme avec le temps.

Dans les tissus adultes dont la membrane n'a pas été modifiée par l'incrustation, la région mitoyenne (lamelle moyenne) est toujours constituée par du pectate de chaux, tandis que les lames secondaires présentent une association de cellulose et de composés pectiques, dans laquelle la cellulose est plus abondante vers les couches internes et les composés pectiques plus abondants vers les couches externes. La couche mitoyenne est toujours exempte de cellulose. L'acide pectique se transforme avec facilité en composés isomères plus ou moins gélifiables. D'autre part, la pectose est essentiellement caractérisée par la propriété de se transformer rapidement sous l'influence des alcalis ou des acides, en acide pectique ou en pectates.

On peut alors, dit Mangin, se rendre compte des modifications apportées par l'âge dans les tissus mous. Puisque la membrane contient la

[1]) Mangin, Sur les composés pectiques, Journal de botanique, 1892 et 1893.

matière première des composés pectiques chimiquement définis qui constituent le ciment des cellules, le revêtement intercellulaire et les concrétions renfermées dans les méats (boutons, épines, bâtonnets simples ou ramifiés), il suffira d'admettre que, sous l'influence de l'activité du protoplasma, la transformation de la pectose en acide pectique ou en pectates mucilagineux a lieu progressivement... ; ces produits sont peu à peu refoulés à travers les interstices moléculaires de la membrane et s'accumulent vers l'extérieur.

Il y a en quelque sorte une exsudation progressive des composés pectiques. Selon Mangin, les composés pectiques imprègnent parfois les membranes, mais n'alternent pas avec les strates de cellulose.

J'ai montré que ces vues s'appliquent également aux algues. Parmi les unicellulaires, les *Scenedesmus,* les *Dictyosphærium,* les *Golenkinia* et beaucoup d'autres contiennent, dans la membrane jeune, de la cellulose additionnée de matières pectiques. Ce n'est que plus tard que l'exsudation de ces dernières se fait vers l'extérieur ; elles y forment alors un cadre plus ou moins solide. Ce cadre est parfaitement visible et colorable par les réactifs des composés pectosiques dans les genres les plus variés ; il faut utiliser parfois des solutions concentrées, parfois des solutions faibles. Cette colorabilité est augmentée si autour du cadre, riche en pectose, est venue se déposer une auréole de gelée pectosique : *Golenkinia, Dictyosphærium, Kirchneriella, Scenedesmus quadricaudatus.*

Cette accumulation des matières pectosiques s'observe également bien dans le *Pleurococcus* et les *Ulothrix.* Ici, et surtout chez les *Pleurococcus,* on voit nettement apparaître la lamelle moyenne de pectate de chaux avec les épaississements angulaires qui, par leur solubilisation, favoriseront le décollement.

Le ciment qui unit les cellules de *Pediastrum* n'est également jamais cellulosique.

Lors de la division sporangiale, la substance intersporaire qui segmente le protoplasma est cellulosique *(Eremosphæra, Palmellococcus, Pediastrum,* etc.). Les très jeunes membranes des spores sont parfois exclusivement pectosiques (*Eremosphæra*).

La vésicule qui entoure les zoospores de *Pediastrum* au moment de leur expulsion est nettement cellulosique, c'est donc un mucilage cellulosique. Le squelette qui reste après l'émission des zoospores dans ce genre est exclusivement pectosique ; le chlorure de zinc iodé et le Rouge-Congo ne permettent d'y déceler aucune trace de cellulose. Il en est de même des squelettes de *Scenedesmus* et sans doute de beaucoup de Protococcacées. C'est ce qui m'a fait admettre que ce revêtement interne est utilisé pour la production de la vésicule d'expulsion.

Il n'y a pas de règle générale quant à la composition de la membrane et à la nature des mucilages et des gelées secrétés par les algues. Ainsi la membrane d'*Ophiocytium* ne contiendrait que très peu de cellulose mais passablement d'acide pectique. Il y a sans doute beaucoup de substances intermédiaires hydrocarbonées dont nous ne connaissons pas encore suffisamment la nature.

Quant aux gelées, elles paraissent également varier beaucoup. Un certain nombre d'algues ne laissent apercevoir aucune gelée ou mucilage périphérique si l'on n'emploie des réactifs. La concentration de ces derniers importe. Chez le *Dictyosphaerium* l'emploi d'une faible solution de bleu de méthylène ne décèle que le squelette di et 4 chotomique, tandis qu'avec une solution plus forte on coagule à la périphérie un sac gélifié général et des auréoles gélifiées spéciales à chaque cellule.

Des solutions faibles de Vésuvine mettent immédiatement en évidence cette zone périphérique, sans doute à cause de l'action du tannin que ce colorant contient.

Sans réactifs il est impossible de se rendre compte de la présence d'un manteau mucilagineux à la périphérie du *Botryococcus Braunii*.

Il est de toute nécessité d'examiner les algues, non seulement à leur état naturel mais dans des solutions colorées ou des réactifs. L'algologue aura toujours sur sa table de travail au moins les réactifs suivants : 1° Congo ammoniacal. 2° Bleu de méthylène. 3° Vésuvine. 4° Chlorure de zinc iodé ou acide iodhydrique iodé fumant. 5° Fuchsine. 6° Eau iodée.

Les gelées et les mucilages sont souvent organisés, ou tout au moins paraissent l'être. L'emploi des réactifs montre, dans le manteau de gelée qui engaine les filaments de plusieurs algues ou le mucus dans lequel elles sont plongées, une structure fibrillaire curieuse sur laquelle Klebs a le premier attiré l'attention. Il se pourrait que l'inégalité de la coloration fût le résultat d'une inégale rapidité de réaction qui trouverait son maximum à la surface de la membrane et progresserait vers l'extérieur avec une rapidité variable. On a rapporté l'organisation fibrillaire de la gelée au fait que cette dernière serait exprimée à travers la membrane par de fins pores qui correspondraient aux rayons de plus forte coloration.

Quoiqu'il en soit, l'emploi des colorants met en évidence cette structure rayonnée de beaucoup de gelées. On l'a observée et j'ai vérifié ces indications, chez les Chétophoracées, les Zygnemacées, le *Dictyosphaerium*, etc. Je l'ai également rencontrée autour des cellules filles du cénobe de divers *Oocystis* et des *Cyclotella* parmi les Diatomacées.

La surface des membranes des Euchlorophycées se couvre parfois de perles, de boutons ou d'épines qui rappellent très exactement ce que

Mangin a signalé à la surface des cellules du parenchyme de plusieurs plantes supérieures, en particulier des *Equisetum*, des Papilionacées et des Fougères.

Ce sont sans doute des secrétions de la membrane, secrétions qui contiennent des matières pectosiques ou qui en sont complètement formées. Ainsi les perles et les piquants courts qu'on rencontre à la surface des *Pleurococcus* dans certaines conditions ou sur leurs cellules arrondies connues sous le nom de *Trochiscia protococcoïdes*.

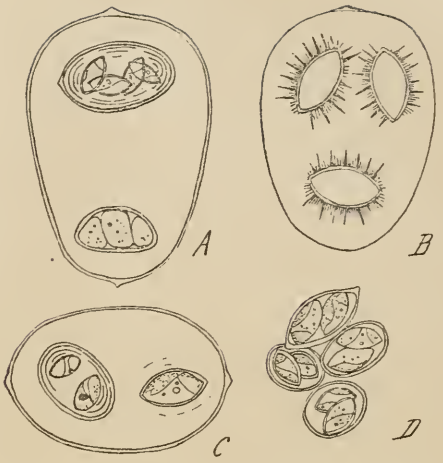


Fig 13. — *Oocystis lacustris* (Lac de Genève). A. Cellule mère gélifiée, emboîtant des colonies gélifiées de second ordre; B. structure de la gelée au pourtour des cellules filles, après l'action du bleu de méthylène; D. Colonies peu gélifiées.

Ce sont les mêmes productions qu'on rencontre sur la membrane externe des *Pediastrum* et qui varient à l'infini ; il n'y a aucun parti à tirer de ces accidents de surface, dans ce dernier genre, au point de vue de la systématique ; on les voit apparaître successivement sur des *Pediastrum* lisses lorsqu'on les cultive dans des milieux appropriés (solutions salines concentrées).

Les piquants qui se développent sur beaucoup de Protococcacées appartiennent à cette même catégorie, c'est-à-dire qu'il sont des dépendances de la membrane externe. Ainsi ceux de *Scenedesmus* et des genres suivants : *Pediastrum (duplex), Lagerheimia, Golenkinia, Chodatella, Richteriella,* etc.

On a dit (Senn) qu'ils appartenaient à la gaine mucilagineuse ou gélatineuse (Gallerthülle). Cela est juste en partie, mais leur régularité, leur disposition si constante en font des organes spécialisés de la membrane externe ; comme cette dernière, ils ont une dureté et une compacité assez grandes pour résister à des réactifs puissants comme l'eau de Javelle, les alcalis dilués, le réactif de Schweizer.

C'est une faute que de les confondre avec les véritables gelées et les mucilages. S'ils absorbent parfois les mêmes colorants que ces derniers, Bleu de méthylène, Vésuvine, cela ne prouve nullement qu'ils soient de la même nature chimique que les gelées, mais seulement qu'ils contiennent des substances analogues, comme les vraies membranes.

Tout ce chapitre de l'origine et de la nature des aspérités de la surface des algues est encore à l'étude.

La question de la croissance des membranes est tout aussi compliquée. Il en est qui s'accroissent indéfiniment (vésicules gélifiées des

Apiocystes) ; d'autres deviennent assez dures pour que lors de la division du contenu et la production d'une gelée interne elles se rompent en plusieurs écailles ou seulement d'un seul côté.

Il en est ainsi chez les *Schizochlamys* et les états Schizochlamys de plusieurs Protococcacées (*Apiocystis, Palmella, Nephrocytium,* etc.) On retrouve à la périphérie de la gelée dans laquelle sont immergées les cellules filles, les débris de la membrane ou tout au moins de la portion externe (non cellulosique) de cette membrane. Ce cas n'est en réalité qu'une variante de celui, plus général, où le squelette externe est rompu par une fente et se retrouve à côté des cellules filles ou de la colonie fille. C'est ainsi que les *Pediastrum* et leurs congénères, les *Coelastrum* et les *Hariotina*, les *Scenedesmus,* les *Kirchneriella* et la plupart des Protococcacées en cénobe, laissent lors de la rénovation un squelette généralement imprégné de substances pectiques.

Chez les Confervoïdes, la division des cellules se fait selon un mode particulier qui rappelle celui des *Schizochlamys;* la membrane de chaque cellule est rompue dans la zone équatoriale et une bande connective qui réunit les deux tronçons à la face interne apparaît. C'est d'elle que naîtra la cloison transversale qui découpera la cellule en voie d'allongement (voir sub *Conferva*).

La mode de croissance de la membrane des *Ophiocytium* qui se fait par un curieux mode d'apposition sera également décrit plus loin.

Enfin, la production de bandes d'allongement intercalaires dans les cellules d'*Oedogonium* mérite une mention spéciale :

Lorsqu'une cellule se prépare à la division on voit, après la bipartition du noyau, l'inférieur rester en place, l'autre s'élèver et venir se placer à la hauteur de la zone d'allongement dont il va être question. On voit alors apparaître une plaque cellulaire hyaline qui est la première ébauche de la future paroi transversale. En même temps se développe un épaississement circulaire en bourrelet qui proémine dans la cellule. Ce bourrelet est situé bien au-dessus de la plaque cellulaire dont il vient d'être fait mention. Wille considère cette production comme due à un accroissement par intussusception de la membrane en ce point, tandis que Pringsheim, Nægeli et Hofmeister y voient une production indépendante. De Bary et Mohl l'ont considérée comme résultant d'un repli de la membrane. Il semble en tous cas que cet épaississement est constitué de couches riches en eau, ce qui est probable, vu le développement ultérieur qu'il doit subir. Quand cet anneau est préparé ainsi à s'allonger, la membrane de la cellule se fend circulairement exactement à la hauteur du milieu de cet anneau, et les deux moitiés de l'ancienne membrane sont séparées (éloignées) par l'étirement de l'anneau en une lamelle d'allongement fixée au bord interne des deux

valves précédentes. Pringsheim a nommé coiffe (kappe) la portion supérieure de la cellule mère soulevée par l'étirement de la lamelle d'allongement et « gaine » la partie inférieure plus longue.

Mais avant que la cellule fille supérieure ait terminé son allongement, la croissance de la cellule fille inférieure s'accuse, ce qui amène la plaque cellulaire à glisser vers le haut ; elle dépasse finalement un peu la ligne de rupture. Ceci conclut l'allongement de la cellule fille inférieure, tandis que l'autre continue encore à s'allonger un peu jusqu'à ce qu'elle ait atteint la longueur de la cellule mère.

L'anneau qui s'était tout d'abord transformé en un connectif court cylindrique et épais s'étire alors, son épaisseur diminuant dans la proportion où il s'allonge. Des deux cellules filles, après la croissance terminée, l'inférieure reste contenue presque toute entière dans la gaine, dont l'ouverture est indiquée par une ligne circulaire; la supérieure au contraire sort complètement de la gaine et porte à son sommet la coiffe soulevée: l'anneau cellulosique est devenu la membrane cylindrique de la cellule fille supérieure.

Il est évident que la division des cellules variera un peu selon qu'elle sera considérée dans la cellule inférieure ou supérieure.

Dans cette dernière, le nouveau bourrelet cellulosique se produit un peu au dessous de la coiffe, et comme la rupture se fait exactement à la hauteur du milieu de cet épaississement, il vient s'ajouter à l'ancienne coiffe une nouvelle coiffe annulaire qui se distingue nettement de la précédente, dont elle est séparée par une ligne saillante. Cette nouvelle coiffe n'est cependant pas complète; elle n'est constituée que par un anneau détaché de la membrane de la cellule fille supérieure.

Ceci se répétant à chaque division, on voit s'ajouter aux anneaux au dessous de la coiffe, de nouveaux articles, tous situés à un degré plus à l'intérieur que les précédents.

Si, au contraire, c'est l'intérieur qui se divise, l'anneau cellulosique se forme au dessous de la membrane transversale supérieure, et par la rupture il se forme ici une coiffe complète et une nouvelle cellule fille supérieure de second degré et une nouvelle cellule fille inférieure qui prend la place de l'ancienne cellule inférieure du premier degré, maintenant divisée.

Cette nouvelle cellule fille est maintenant cependant fourrée dans deux gaines, l'une, ancienne, qui correspond à celle qui entourait la cellule fille inférieure de premier degré, et une nouvelle, plus interne, formée par la moitié inférieure de la cellule fille inférieure du premier degré, rompue par la division.

On reconnait facilement les deux gaines, car leurs ouvertures, qui ne sont pas à la même hauteur, se succèdent en escaliers descendant

vers l'intérieur ; ce phénomène se répétant, il en résulte ces gaines superposées dans lesquelles beaucoup de cellules d'*Oedogonium* sont plongées.

Il y a cependant entre les deux sortes de cellules filles une différence essentielle. Tandis que la supérieure se subdivise avec rapidité, l'inférieure est beaucoup plus passive. Il peut arriver que la supérieure ait déjà fourni plusieurs générations avant que l'inférieure n'ait subi aucun cloisonnement. Si l'on tient compte que dans ce développement la cellule supérieure, en se divisant, produit toujours une nouvelle cellule à gaine tandis qu'elle régénère seulement l'ancienne cellule à coiffe — ce qui est aussi le cas, mais en sens renversé, de la cellule inférieure — on reconnaît bientôt que, vu la plus grande activité de la cellule supérieure, qui se subdivise coup sur coup, le nombre des cellules engainées d'un filament doit dépasser de beaucoup celui des cellules coiffées.

C'est ce qui détermine l'apparence singulière des filaments d'*Oedogonium* chez lesquels quelques cellules à coiffes alternent avec des séries de cellules engainées.

Une autre particularité qui frappe l'observateur est la suivante. La croissance de la cellule supérieure est de telle nature qu'en s'allongeant elle n'atteint pas la longueur de la cellule mère mais devient cependant plus large. Cette particularité jointe à la division rapide dans les nouvelles cellules supérieures toujours régénérées produit nécessairement cette curieuse apparence qu'on rencontre souvent chez les *Oedogonium*, savoir que les cellules d'un article deviennent de plus en plus courtes vers le haut mais aussi plus épaisses. Au sommet de chaque article on rencontre, comme cela se comprend, la coiffe au-dessus de laquelle le filament recommence avec un diamètre beaucoup plus grêle. Avec chaque division d'une cellule engainée naît un article nouveau dont la division répétée de sa cellule coiffée produit l'intercalation entre les articles précédents.

La croissance de la membrane des *Bulbochæte* se fait d'une manière analogue mais exclusivement aux dépens de la cellule basilaire.

Je ne veux pas discuter ici la question de savoir si la membrane des algues s'accroît par intussusception ou par apposition. Ce que j'en ai dit montre que cette croissance est complexe et que pour en donner une théorie satisfaisante il faudrait des recherches prolongées. Cette croissance est-elle une propriété de la membrane *vivante*, ou l'activité de la membrane est-elle nulle ou sous la dépendance du plasma ou du noyau, ce sont également des questions si complexes qu'il me semble que les théories proposées sont encore très incomplètes. Pour ma part, l'activité de la membrane ne me semble pas infirmée par les obser-

vations : la cellule végétale est un complexe où les divers organes sont en dépendance mutuelle.

Il n'est pas logique de déduire de cette dépendance la non activité de certains organes. C'est comme si l'on voulait prétendre que le noyau cellulaire ne fût pas actif parce qu'il est lié au plasma, ou vice-versa.

Bibliographie.

S. Klebs, *Organisation der Gallerte*, in Untersuch. Bot. Inst. Tübingen, II, 1886.
Id. *Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle*, Ber. d. bot. Ges. 5, p. 181.
Mangin, *Les composés pectiques*, Journal de botanique, 1892 et 1893.
Chodat. *Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoïdées, Eremosphæra, Pediastrum*, etc., l. c.
Senn, *Coloniebildende Algen*. Bot. Zeit. 1899.
Strasburger, *Wachstum der Membranen*, in Jahrbuch., f. w. Bot. 1897, 595.
Correns, *Apiocystis, in Zimmermann, Morph. und Phys. der Zelle.*
Cienkowski, *Zur Morphologie der Ulothrix.*
Schütt, *Extramembran. Plasma.* Pringsheims Jahrb., 1899.
Wille, *Algolog. Mitth.*, Pringsh. Jahrb., Band XVIII, Heft 4.

Multiplication des cellules. Ramification.

Thalles pluricellulaires.

La division des algues unicellulaires est loin de se faire d'une manière uniforme. On a cru pendant longtemps que le plan de segmentation était transversal chez les algues et longitudinal chez les Flagellées (Klebs).

Cette théorie n'a pas résisté à la critique.

Chez les *Chlamydomonas* (d'après Dill et Dangeard), le premier plan de segmentation serait longitudinal dans les espèces suivantes : *C. angulosa* Dill, *Chl. gigantea* Dill, tandis que dans la plupart des autres ce plan serait transversal. Dill croyait également que dans le *Ch. longistigma* et le *Ch. gloeocystiformis* et le *Ch. Monadina,* la première ligne de division serait au début parallèle à l'axe et qu'elle deviendrait finalement perpendiculaire à ce même plan, de telle sorte que, s'il se produit une seconde division, celle-ci serait perpendiculaire à la première et dirigée d'avant en arrière.

Dangeard a montré que cette conclusion était trop absolue. La première division se produit parallèlement à l'axe, et chacune des deux moitiés se divise ensuite en deux parties un peu obliquement à cet axe, mais en sens contraire. Finalement, l'arrangement définitif est tel qu'il

semble que le second cloisonnement était réellement axial et que la première cloison a subi une déviation de 90°.

La direction des plans de cloisonnement suit certaines lois générales déjà anciennement formulées par Sachs [1]), complétées par Bertrand [2]),

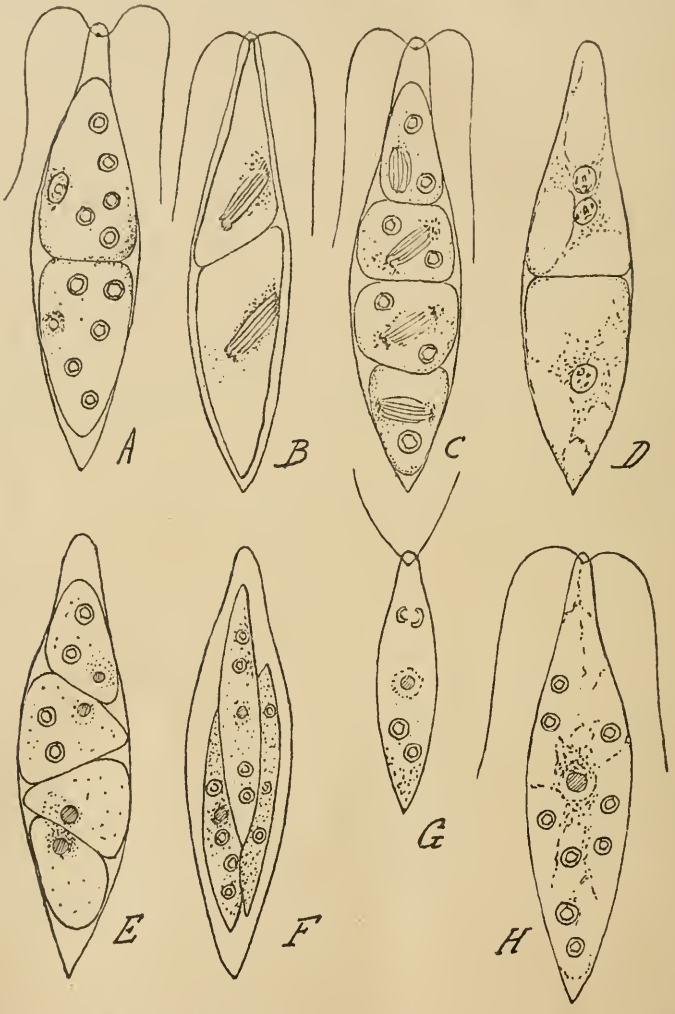


Fig. 14. — *Chlorogonium euchlorum.* — Division et formation des zoospores dans le sporange (d'après Dangeard).

Lignier et expliquées dernièrement par les très intéressantes recherches de Kny [3]). Voir aussi le mémoire de mon élève Tchouproff [4]).

[1]) Sachs, *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie,* p. 525.

[2]) C.-E. Bertrand, *Lois des surfaces libres,* Bull. Soc. bot. de France, XXXI. 1884.

[3]) Kny, Ber. d. bot. Ges., 1896, Ueber den Einfluss von Zug und Druck.

[4] Tchouproff, *Sur le fractionnement du bois axial de Mendonzia Schomburghkiana.* Travaux du laboratoire de botanique, Genève, 1897, Bull. Herb. Boiss. n° 5.

Sachs avait montré en particulier que la forme de la cellule mère du pollen dans les *Neottia* influait sur la direction des plans de segmentation. Il insistait sur le fait que les nouvelles parois sont perpendiculaires aux anciennes et que les cellules filles sont de *volume* égal.

Dans les *Chlamydomonas,* les deux plans de segmentation sont en croix, mais déjà dans les *Chlorogonium*, qui sont en fuseau allongé, ces deux sectionnements se font dans le même sens et sont transversaux. Les quatre nouvelles cellules sont primitivement superposées. (Fig. 14.)

Mais de bonne heure déjà chaque portion tend à s'allonger et à prendre la forme primitive; il en résulte une déviation des plans de segmentation. Finalement, les produits sont groupés parallèlement dans le sporange et la division paraît alors avoir été longitudinale.

Cette même disposition se rencontre dans les *Raphidium,* dont les cellules bacillaires ou aciculaires subissent une série de bipartitions transversales. Les plans de segmentation qui étaient transversaux deviennent obliques et le faisceau 4-8 cellulaire de *Raphidium* paraît en définitive être issu d'un cloisonnement longitudinal. Les *Nephrocytium,* les *Kirchneriella* et certaines *Scenedesmus (S. acuminatus)* se comportent de même parfois.

Mais partout où la cellule n'est pas très bacillaire, les cloisonnements successifs sont perpendiculaires les uns aux autres [1]).

La succession des plans de segmentation chez les Volvocinées n'est pas encore complètement élucidée en ce qui concerne les genres les plus élevés. Mais on la connaît exactement jusqu'au stade 16 cellulaire et 32 cellulaire.

Par deux cloisonnements en croix, la cellule de *Gonium* ou de *Pandorina* ou d'*Eudorina* se trouve divisée en 4 cellules subtriangulaires. (Fig. 15, *A*, *B*). Dans chacune naît une segmentation qui, en concordance avec la loi de Sachs, viendra s'insérer perpendiculairement à la paroi externe et ira couper vers son milieu l'un des bras formés par la croix des deux premiers cloisonnements. (Fig. 16, *C*, 2-2).

Les cellules triangulaires ainsi détachées grossissent inégalement et viennent se placer dans le prolongement des bras de la croix centrale. Il y a eu ainsi déviation des plans de segmentation selon le schéma (*C* et *D*).

Un nouveau plan perpendiculaire au précédent vient diviser en même temps et la cellule triangulaire et la cellule quadrangulaire (*F*, 3, *F*).

---

[1]) Voir pour plus de détails le chapitre consacré aux Protococcacées où les variantes sont énumérées.

C'est ici que s'arrête le cloisonnement dans le genre *Gonium,* mais dans les *Eudorina* les cloisonnements continuent selon le mode exprimé par le schéma *I* et *K*.

C'est ainsi qu'on peut s'expliquer la formation de 32 cellules groupées en cinq anneaux, dont deux de 4 et trois de 8 cellules.

Le schéma indiqué est en partie théorique, car avec l'accroissement des cellules filles s'efface la régularité du clivage et la plaque larvaire tend de bonne heure à s'invaginer en doigt de gant ou en vésicule.

En résumé, par ce mode de cloisonnement se forment 4 cellules centrales disposées en croix et 4 cellules alternant avec les bras de

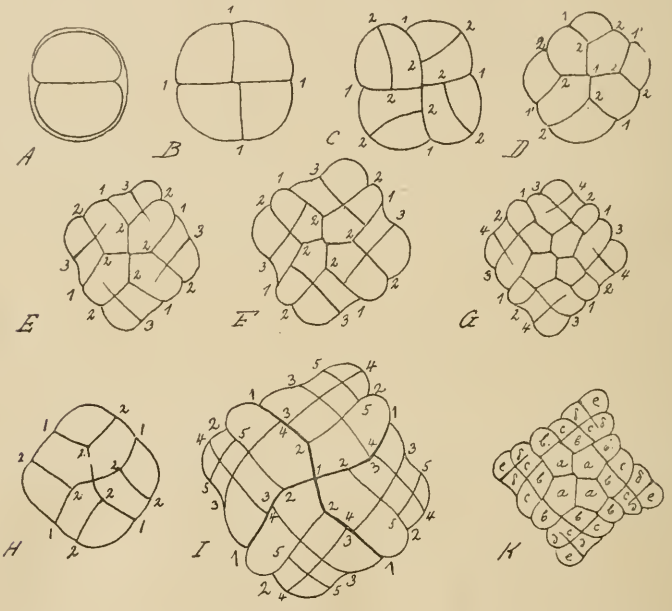


Fig. 16. — Schéma indiquant la succession des plans de segmentation dans l'état larvaire des Volvocinées. — A —F. Stades Gonium. G, I, K. Stades Eudorina.— Les séries 4 cellulaires *a* et *e* ainsi que les 8 cellulaires *b*, *c*, *d*, seront celles qui dans Eudorina seront arrangées en anneaux.

cette croix. Pour produire le stade *Gonium,* chacune se divise encore une fois; pour produire l'état *Eudorina* les cellules en croix ne se divisent qu'une fois, tandis que les cellules triangulaires donnent naissance aux 24 autres cellules par un triple cloisonnement.

Ce mode de division se retrouve chez des algues très différentes. C'est ainsi qu'il préside à l'arrangement des colonies tabulaires de *Crucigenia Hofmaniana* nob, aux premiers débuts du thalle épiphylle des *Cephaleuros,* etc.

Les jeunes thalles de *Pleurococcus* naissent par des cloisonnements rectangulaires et perpendiculaires dans un plan. Il en est souvent de

même chez les *Monostroma* et les *Tetraspora*. Alors les cellules sont régulièrement groupées par 4. Parfois, la multiplication des cellules se fait avec moins de régularité. Par exemple : dans le thalle de *Tetraspora*, une cellule, avant de se diviser, se renfle à l'une des extrémités ; les deux tronçons qui en résultent sont disposés en T et se subdivisent à leur tour. Au lieu de tétrades régulières, on obtient des groupes comme ceux indiqués dans la fig. 17, *A* et *G*.

Fig. 17. — *Tetraspora gelatinosa*. — Divers états de division : A—D. — E. Zoosporange. F. Zoospore.

La croissance des filaments est ordinairement intercalaire, chaque cellule pouvant se subdiviser. Ce n'est cependant pas toujours le cas.

Chez les *Chætophora*, l'accroissement devient apical, tandis que des cellules plus profondes ont perdu habituellement le pouvoir de se diviser. Il en est de même des *Draparnaldia* et des *Stigeoclonium*.

Cependant l'accroissement intercalaire s'observe parfois très bien dans ce dernier genre (*S. lacustre*).

Les cellules des algues vertes filamenteuses ne se divisent ordinairement que transversalement.

Ce n'est guère qu'à l'état gélifié que les *Stigeoclonium*, les *Hormospora*, les *Cylindrocapsa* subissent quelques cloisonnements longitudinaux. Le genre *Pleurococcus* fait exception, car ses filaments courts sont le plus souvent rapidement transformés en lames ou en rubans par des cloisonnements dans les deux directions.

Ce même phénomène se rencontre dans le genre *Bumilleria* (Fig. 18) et surtout dans les Schizogoniées, où des lames ou des thalles foliacés se forment par un cloisonnement alternativement transversal et longitudinal.

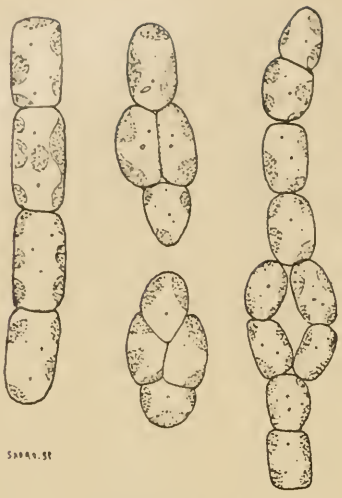


Fig. 18. — *Bumilleria sicula* (Carouge). — Division longitudinale et désarticulation des cellules.

Dans le genre *Prasiola*, la segmentation rappelle beaucoup celle qui s'observe chez les Rhodophycées. Les cellules du thalle sont souvent disposées en files rayonnantes et ramifiées dichotomiquement.

La ramification des algues filamenteuses est toujours indéfinie. Je ne connais aucun exemple de ramification sympodiale.

Le rameau naît le plus souvent du fait qu'une cellule fait hernie au dessous de la cloison supérieure (*Stigeoclonium, Draparnaldia, Chætophora, Microthamnion, Cladophora,* etc.).

Le ramuscule, une fois allongé, est séparé au moyen d'une cloison qui s'insère obliquement par rapport à la direction du filament principal. Ces rameaux peuvent être alternes ou plus ou moins verticillés *(Draparnaldia).*

Mais que les ramuscules naissent immédiatement au dessous de la cloison supérieure n'est pas une loi absolue. Même chez *Stigeoclonium,* la cellule produit parfois une hernie vers son milieu, de telle sorte que le rameau est strictement latéral.

Il en est de même dans les *Trentepohlia,* où les ramuscules naissent souvent exactement du milieu de la cellule. Cela est surtout réalisé lorsque d'un prothalle rampant s'élèvent des ramuscules dressés.

La ramification dichotomique ne se rencontre ordinairement que dans les espèces qui vivent empâtées dans une gangue calcaire ou qui adhèrent en épiphytes à la surface des feuilles ou de divers substratums plans. Cette ramification s'observe dans les genres *Gongrosira, Pleurococcus, Cephaleuros, Trentepohlia, Coleochaete* sans qu'on puisse dire qu'elle soit caractéristique pour le genre ou l'espèce, car elle dépend évidemment du mode de vie.

Chez ces espèces la croissance est alors strictement marginale, mais si, pour une cause ou une autre, la croissance des filaments est facilitée, alors réapparaît la ramification alternante botrytique. Voir pour plus de détails les articles qui traitent des Trentepohliacées, des Coléochétacées et des Pleurococcacées. Cette ramification dichotomique dans un plan aboutit à la production de disques souvent très réguliers.

---

[1]) Berthold, *Untersuchungen über die Verzweigung einiger Süsswasseralgen* (Nov. Act. Leop. Carol., Bd. XL, 1878, 214, 215).

Les ramuscules de certaines Cladophoracées sont connivents par leur base avec la cellule de l'axe qui est immédiatement superposée à leur cellule mère ; M. Magnus a pensé que cela serait dû à un phénomène de concrescence congénitale ; il n'en est rien. Le rameau nouvellement formé n'est pas connivent ; il l'est un peu plus tard. En réalité, il se fait une véritable soudure entre le rameau et l'axe ; les couches cellulosiques extérieures sont refoulées par le rameau naissant ; elles continuent à l'envelopper et leur tension maintient l'ensemble du rameau contre la base de l'axe (Kolderup-Rosenvinge).

Poils, soies, piquants.

On n'applique la désignation de poils [1]) qu'aux prolongements articulés pluricellulaires ou unicellulaires des Chétophoracées et de quelques Trentepohliacées.

Les poils incolores unicellulaires des Chétonémées, des Aphanochétées et des Coléochétacées reçoivent le nom de soies.

Poils. Il y a parfois une transition insensible entre les rameaux effilés et les poils des Chétophorées. Ceux-ci ne sont en effet que des rameaux dont les cellules se sont fortement allongées et ont perdu leur chlorophylle. Ils dépassent de beaucoup en longueur les autres ramuscules. Parfois la plupart des rameaux sont terminés par des poils *(Draparnaldia)* ; le plus souvent, un certain nombre, parfois un seul par glomérule, sont pilifères. (Fig. 13, *C, D.*)

Fig. 19. Poils et soies. — A. Soie engainée sur une jeune plantule de *Coleochæte pulvinata.* B. Poil du *Stigeoclonium lacustre.* C. Poil sur un ramuscule de *Draparnaldia.* D. Poil latéral de *Chætophora Cornu Damae.* E. Poils dressés du *Trentepohlia Leprieuri.*

[1]) Huber, *Poils et soies des Chétophoracées,* Journal de Botanique 1892.

Chez *Stigeoclonium* les cellules du poil atteignent parfois 10-15 fois la longueur des cellules végétatives. Les chromatophores y sont encore très visibles au début, de même que de petits pyrénoides. Le noyau persiste avec ses caractères normaux. (Fig. 13, *B.*)

L'accroissement de ces poils se fait, selon Berthold, par une cellule basilaire qui fonctionne comme cellule génératrice produisant par son cloisonnement, aussi bien des cellules végétatives vers le bas que des cellules du poil vers le haut. C'est ainsi, en effet, que les choses semblent se passer, le plus souvent, lorsque le poil a atteint une certaine longueur, mais au début il semble que les cellules ont toutes le pouvoir de se diviser, y compris la cellule apicale qui est parfois la plus courte.

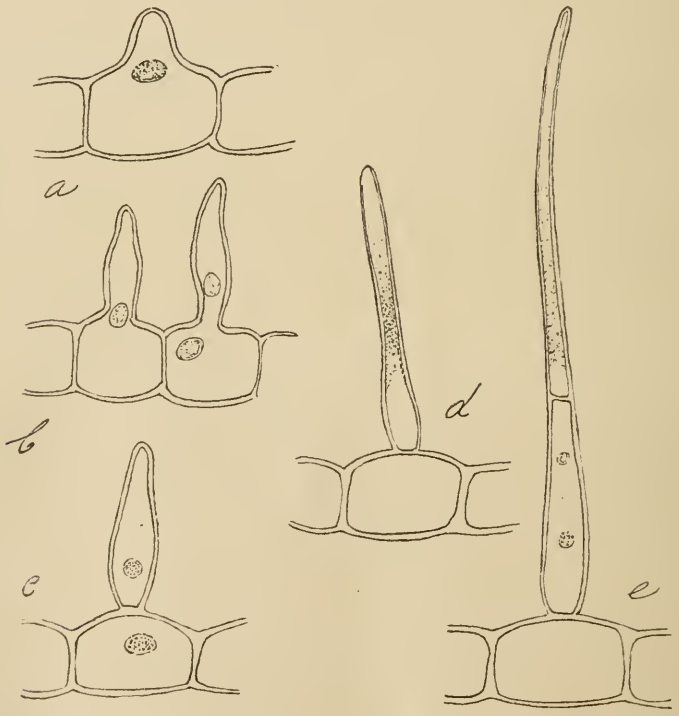


Fig. 20. — *Stigeoclonium polymorphum* Huber. — *a*, *b*, *c*, premiers développement des poils ; *d*, poil unicellulaire ; *e*, poil pluricellulaire avant la division de sa cellule basilaire (Huber).

Les poils des Chétophoracées-Chétophorées se manifestent de bonne heure. Les zoospores de *Chætophora* en germant se prolongent directement en un poil avant même de donner naissance à un rhizoïde.

Les plantules de *Stigeoclonium* donnent naissance également à un poil peu après leur germination (v. fig. sub Stigeoclonio).

On sait que dans ce genre il se fait souvent, au début, un thalle rampant constitué par une ramification intense sur un plan. Les ramuscules, s'appliquant étroitement les uns contre les autres, constituent un disque fermé. C'est de ce thalle que s'élèveront les filaments dressés ; selon les circonstances ces filaments dressés seront des poils ou des filaments normaux. Tous les stades de passage peuvent se rencontrer.

J'ai déjà signalé les poils des Trentepohliacées qui sont du même ordre *(T. Leprieuri)* et qui naissent également comme ceux du thalle rampant de *Stigeoclonium* aux dépens d'une papille dorsale médiane et dont l'allongement a lieu également aux dépens de cellules basilaires (fig. 19, *E*). Mais dans cette famille les poils sont assimilateurs, à l'ex-

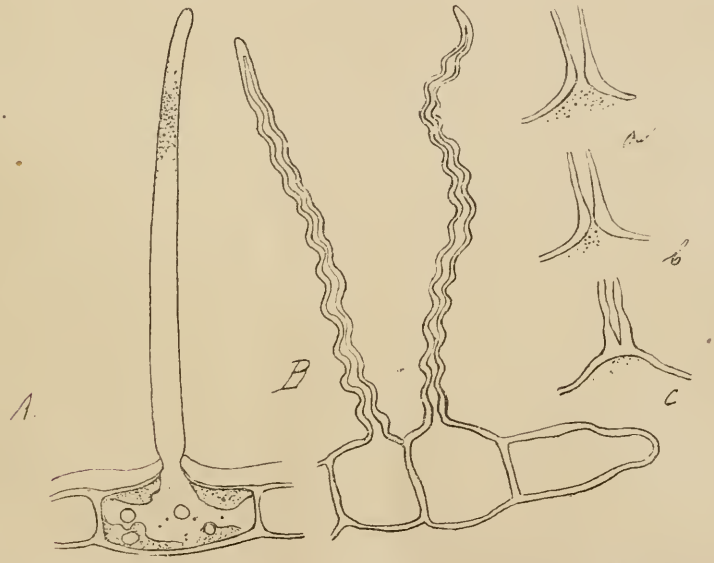


Fig. 21. — Soies de Chétophoracées. — A. *Entocladia viridis* B. *Phaeophila ; a, b, c,* fermeture basilaire de la soie. (Huber.)

ception peut-être de la cellule terminale aiguë, et le diamètre du poil n'est pas inférieur à celui du filament rampant qui le porte. Il vaudrait mieux appeler ces productions, des filaments dressés piliformes. Les filaments ordinaires des Trentepohliacées peuvent être également piliformes ; ainsi dans le *T. setifera* Farlow qui n'est guère qu'un *T. aurea* à ramuscules acuminés.

On rencontre des poils unicellulaires chez d'autres Chétophoracées et aussi chez les Oedogoniacées. Ces poils unicellulaires sont également des ramuscules dressés modifiés. Leur valeur morphologique est semblable à celle des poils pluricellulaires. Dans l'*Aphanochaete repens* et *A. pilosissima* Schmdl. les poils dorsaux sont renflés à la base en un petit

tubercule ; chaque cellule peut porter ainsi un poil unicellulaire qui tombe assez rapidement. A côté de lui naît plus tard un autre poil de même forme. On trouve alors, sur la même cellule, les bases des anciens poils à côté des nouveaux. Ici le poil est très rarement terminal, tandis que ceux de *Chaetonema* sont tantôt latéraux tantôt terminaux. Leur ordonnance dans ce dernier genre correspond si bien à celle des ramuscules qu'on ne saurait les considérer que comme des modifications de ces dernières.

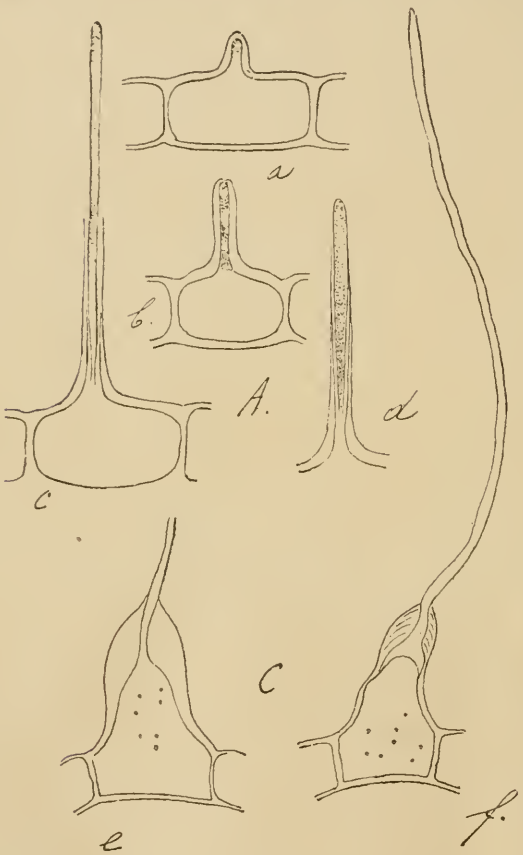


Fig. 22. — Soies engainées. — A. *Aphanochaete* sp. (repens Hansg. ? non A. Br.) *a*, *b*, *c*, *d*, origine et développement. C. Soie engainée d'*Acrochaete*. (Huber)

Les *Chaetonema* vivent, comme on le sait, dans le mucus du *Batrachospermum*, du *Coleochaete pulvinata*, du *Schizochlamys gelatinosa*, *etc.*

C'est surtout l'extrémité des rameaux qui produit, à la limite du mucus de la plante hospitalière, des poils nombreux, terminaux, qui se dirigent vers l'extérieur.

Ceux d'*Oedogonium* et de *Bulbochaete* sont également des cellules terminales transformées (voir sub Oedogoniacées).

Quant aux autres Chétophoracées elles n'ont que des soies comme les *Coleochaete*. Ces soies ont la même origine que les poils mais ne se séparent pas par une cloison *(Endoderma, Acrochaete, Bulbocoleon, Phaeophila, Blastophysa, Chaetosiphon, Ochlochaete)*. Parfois elles sont limitées à certaines cellules bulbeuses *(Acrochaete, Bulbocoleon)* et sont reconstituées si elles viennent à se casser. Dans ces conditions la soie est engainée à sa base. Parfois elle est séparée de la cellule support par un épaississement cellulosique. Alors la soie paraît extérieurement semblable à un poil. L'absence de noyau la caractérise suffisamment.

A cette catégorie de soies doivent être rattachées celles des Coléochétacées (fig. 19, *A*). A leur origine ces soies sont semblables à celles

d'un *Endodèrma* c'est-à-dire que le plasma pénètre dans le prolongement piliforme ; mais bientôt la substance plasmique disparaît ; elle est remplacée par un épaississement de la membrane qui s'allonge en soie pleine et solide. Durant cet allongement la soie se détache en partie des couches basilaires de la membrane, plus épaisses, qui constituent finalement une gaîne très caractéristique.

Les soies muqueuses sont encore peu connues. Dans tous les cas elles paraissent être des productions issues uniquement de la gelée qui entoure la cellule. On n'a pas montré jusqu'à présent qu'elles fussent traversées par un cordon protoplasmique analogue à celui qui occupe

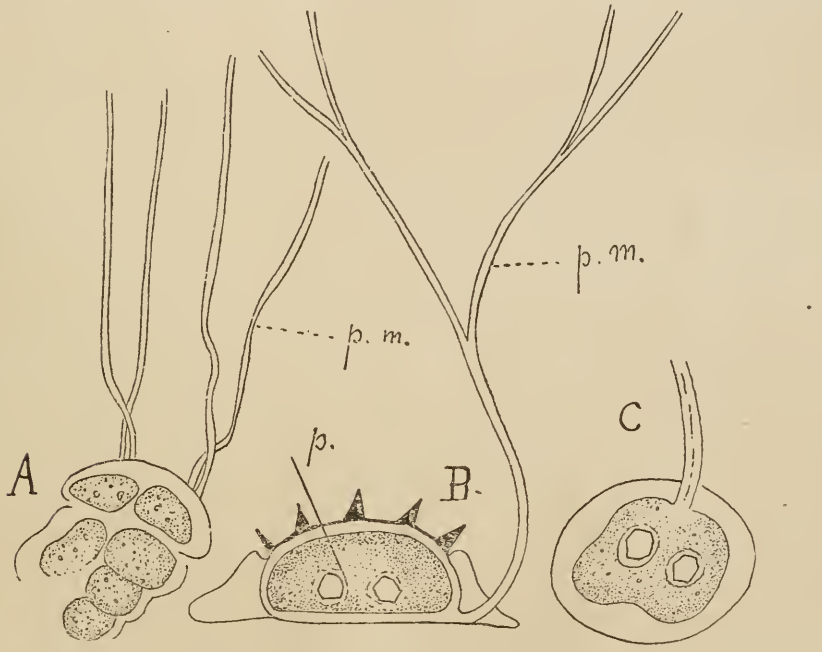


Fig. 23. — Soies muqueuses. — A. Chaetopeltis. B. *p. m.* Soie muqueuse ramifiée de *Dicranochaete reniformis.* C. Origine de cette soie muqueuse. (B.—C. d'après Hieronymus.)

l'axe des pseudo-cils des Tétrasporacées avec lesquels ces poils muqueux ont beaucoup d'analogie. (Fig. 16 et 17.)

Elles sont caractéristiques pour les Chétopeltées. On les a pris pendant quelque temps pour des filaments de Bactériacées.

Parmi les Protococcacées les soies ne sont pas rares. Ici, comme dans les cas précédents, on peut rencontrer tous les passages entre les prolongements dont le centre est occupé par le plasma et même parfois par le chromatophore et ceux dont la lumière a progressivement disparu et où la soie n'est plus qu'un accident de la membrane. En faisant cette comparaison il est loin de mon esprit de prétendre

qu'entre ces diverses productions il existe un lien génétique ; je veux simplement exprimer l'opinion qu'il n'est pas possible d'établir des catégories strictes.

Ainsi dans le genre *Pediastrum*, le *P. Ehrenbergii* a des cellules lobées ; dans le *P. Boryanum* ces lobes se prolongent parfois en cornes dont l'axe est encore plus ou moins cytoplasmique. Tous ces passages s'observent avec netteté dans les prolongements du *Pediastrum duplex* où les cornes finissent par être terminées par un bouquet de très fines soies.

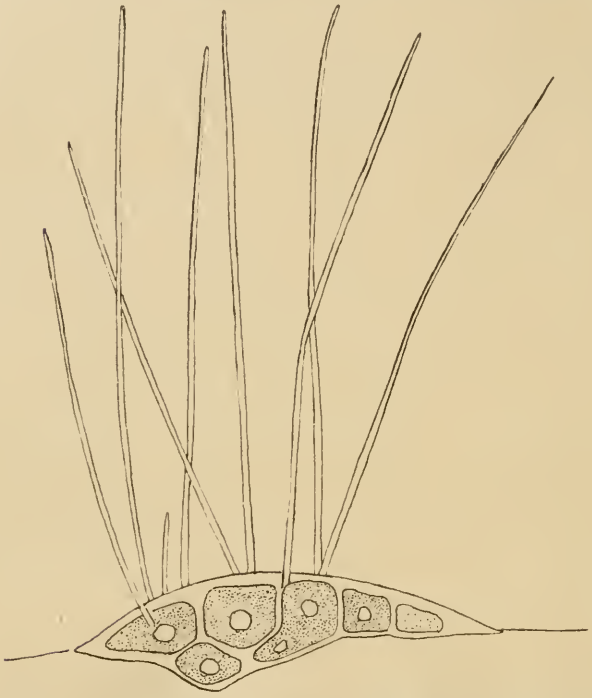


Fig. 24. — *Chactopeltis orbicularis.* Jeune plante avec soies muqueuses.

Une semblable constatation peut être faite dans le genre *Scenedesmus* où les espèces *S. alternans, S. curvatus* sont dépourvues d'antennes, tandis que les *Sc. acutus* et *S. falcatus* nob. ont leurs cellules prolongées en pointe, dont l'axe est cytoplasmique tandis que les *S. Opoliensis, S. quadricauda* et *S. hystrix* portent des arêtes solides. (Fig. 25 et 26, 1 et 3). Toutes ces variations s'observent également dans les genres *Coelastrum, Sorastrum, Polyedrium*, etc.

Les soies qu'on rencontre parfois autour des cellules des Protococcacées à cellules arrondies offrent tous les passages entre les soies muqueuses des *Cohniella* et de l'*Oocystis lacustris* gélifié et celles plus solides, fragiles même des *Golenkinia, Lagerheimia, Chodatella* et *Richteriella.* Dans ces dernières les soies ne sont guère

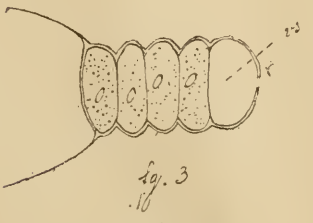


Fig. 25.

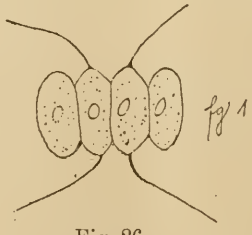


Fig. 26.

que des accidents de la membrane externe. On aurait donc tort de les homologuer aux soies vraies telles que nous les avons définies.

La fonction des poils, des soies et des piquants est loin d'être la même dans les différents cas.

Il est à remarquer que le plus grand nombre des algues vertes filamenteuses qui portent des soies ou des poils sont des algues fixées ou plongées dans un substratum muqueux. Les Chétophorées sont muqueuses; le *Chaetonema* vit dans la gelée du *Batrachospermum;* la plupart des Chétonémées sont endophytes; le Batrachosperme lui-même entre dans cette catégorie. Ces cellules ne sont pas dans des conditions favorables de respiration; il semble que les poils et les soies puissent fonctionner comme organes respiratoires; je rappelle que ces organes sont tous dirigés vers l'extérieur et souvent dépassent le mucus; ainsi dans les *Chaetonema*, les *Apiocystis,* les *Stapfia* (pseudo-cils), et parmi les Siphonées les *Codium.* Ils paraissent ainsi établir une communication avec l'extérieur et l'utilité de celle-ci ne peut être que respiratoire.

Huber a montré que lorsqu'on cultive des *Chaetonema* dans des solutions nutritives les poils disparaissent, soit que l'énergie utilisable fut meilleure, soit que le milieu fut plus aéré que le substratum naturel dans lequel elles vivent plongées (mucus de Batrachosperme).

Quant aux productions analogues des Protococcacées, il en sera question à l'article: Algues pélagiques.

Rhizoïdes et organes de fixation.

Beaucoup d'algues unicellulaires ou pluricellulaires développent des organes de fixation.

Le mode le plus rudimentaire consiste à appliquer simplement l'algue par la secrétion d'une substance visqueuse adhésive. C'est ce qui semble se passer là où les algues rampent à la surface du substratum comme dans les Chétopeltidées, les talons des *Stigeoclonium,* des *Cephaleuros* et des *Coleochaete.* Il en est de même chez quelques algues filamenteuses comme l'*Aphanochaete.*

Mais les algues dressées ont besoin d'organes spéciaux au moyen desquels la fixation soit assurée pour un temps.

Les Protococcacées fixées comme certains *Raphidium* (dans certaines conditions), les *Characium* et parmi les Confervoïdées les *Characiopsis, Chlorothecium,* ainsi que les *Sciadium* tantôt se fixent en développant à l'une de leurs extrémités un disque agglutinant *(Raphidium, Actidesmium, Characium sessile)* tantôt en formant un stipe qui se termine par une

[1]) J. Huber, *Poils des Chétophoracées,* Journal de Botanique, 1892, 339, 340.

petite pelotte ou un disque d'adhésion *(Sciadium, Characiopsis)*. Ce mode de fixation s'observe également dans le genre pleurococcacéen, *Microthamnium* où la base acuminée adhère par un disque. Les conferves en germination sont également fixées à la façon des *Sciadium* (fig. 26, *E*).

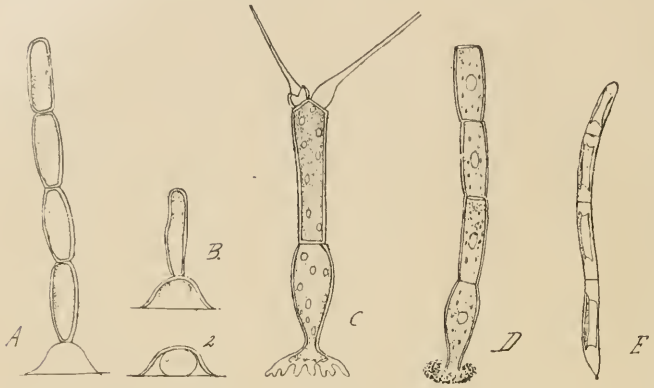


Fig. 26. — Modes de fixation de quelques algues filamenteuses. — A. *Oedogonium africanum*, cellule basilaire en forme de disque. — B. Id. plus jeune. — C. *Bulbochaete setigera* avec cellule basilaire munie de papilles crampons. — D. *Oedogonium ciliatum* avec disque d'adhésion. — E. Microthamnium, adhérent par son extrémité amincie.

Borge[1]) a montré que chez plusieurs algues le contact est la cause irritante qui fait apparaître les rhizoïdes *(Spirogyra*, quelques espèces, *Mougeotia)*. Il en est de même, selon nous, chez certaines Protococcacées *(Raphidium)*. Mais chez d'autres la production de rhizoïdes est constante, que l'on sectionne les filaments ou qu'on fasse germer les zoospores *(Draparnaldia, Chaetophora* sp. et *Ulothrix)*; chez *Stigeoclonium* les rhizoïdes sont beaucoup plus rares.

D'après Borge les jeunes plantules d'*Oedogonium* ont seules la faculté de produire des rhizoïdes, tandis que les anciennes l'ont perdue.

La nature des rhizoïdes dont il est question ici est très différente de celle dont il a été parlé plus haut. Ce sont des cellules ou des filaments différenciés en une sorte de crampons.

Ceux d'*Oedogonium* et de *Bulbochaete* (fig. 26, *C*) sont simplement des crampons issus de la cellule basilaire qui émet tantôt des papilles disposées en couronne simple ou ramifiée (si le contact se fait immédiatement), ou qui se prolonge en un ou deux tubes chercheurs dont l'extrémité se ramifie en crampons. Je désignerai ces productions sous le nom de papilles radicantes pour les distinguer des vrais rhizoïdes.

Certaines Schizogoniées développent des rhizoïdes sur le parcours de leurs filaments ou de leurs thalles. On les a crus jusqu'à présent unicellulaires et simples, en continuité avec la cellule qui leur donne naissance, mais j'ai pu me convaincre que tel n'est pas toujours le cas ; ils sont parfois pluricellulaires et même ramifiés (fig. 28).

---

[1]) O. Borge, *Ueber die Rhizoidenbildung*, Upsala, 1894, Nya tidnings actiebolags T 2.

Ceux d'*Ulothrix* (fig. 29, *C – D*) sont ordinairement simples ou à peine ramifiés, unicellulaires ou paucicellulaires comme ceux de *Gongrosira* tandis que les Chétophoracées, *Draparnaldia* et *Chaetophora* en émettent un grand nombre, non seulement de la cellule basilaire comme *Ulothrix*, mais d'un grand nombre de cellules des parties inférieures. Ces rhizoïdes sont ramifiés et pluricellulaires.

Dans un Stigeoclonium épiphyte sur les Cladophores du lac de Genève que j'identifie avec le *St. lacustre* nob., les rhizoïdes sont quasi simples, paucicellulaires et naissent ordinairement du milieu de la cellule (ordinairement un par cellule) ou parfois de la base ou du sommet. Ils s'en séparent de la même manière que les rameaux (v. fig. 30).

Fig. 27. — *Foreliella perforans.* Chod. — A., pénétration des rhizoïdes perforants dans la couche prismatique (*c. p.*). B., rhizoïdes perforants menant de la couche prismatique (*c. p.*) dans la couche nacrée (*c. n.*).

Ce sont des rhizoïdes analogues à ceux des Chétophoracées, que développent les Foreliella au contact du test des Anodontes; tant que ces rhizoïdes se contentent de

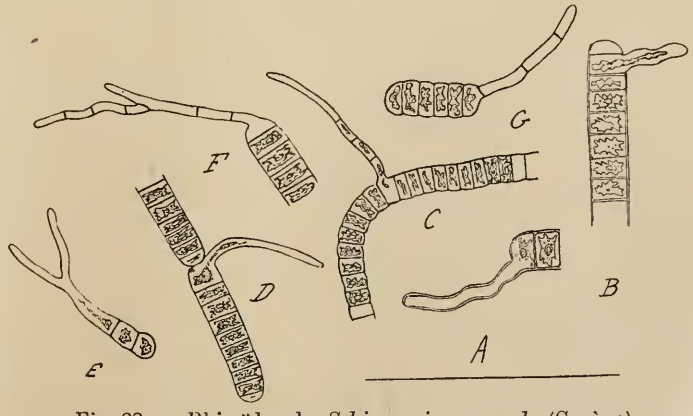


Fig. 28. — Rhizoïdes du *Schizogonium murale* (Genève).

(Haptères d'Istvanffi.)

perforer perpendiculairement la coquille, ils restent minces et réguliers (fig. 30), mais arrivés sur l'autre face ils se transforment en rhizoïdes suceurs et se terminent en suçoirs simples ou ramifiés dont il sera plus particulièrement question au chapitre des algues perforantes.

Les algues cariantes comme certains *Gongrosira* (*G. codiolifera*, entre autres) développent sur les cellules codioliformes qu'elles émettent des papilles munies d'une membrane épaisse, parfois remplacées simplement par un crampon cellulosique simple ou ramifié (v. fig. 32).

Fig. 29. — A, partie inférieure d'un *Spirogyra* fixé sur les galets du rivage du Léman ; on voit l'épaississement des membranes et les papilles crampons. B. Id., disque papilleux basilaire. — C et D, partie inférieure des filaments de l'*Ulothrix zonata*, dans les mêmes stations.

Le caractère des rhizoïdes (*rhizines* de Gay) varie dans une même famille. Ainsi les Oedogonium n'ont que des papilles radicantes, tandis que dans le genre *Oedocladium* se développent de véritables rhizoïdes. Les Trentepohliacés en sont généralement dépourvues, tandis que le genre *Cephaleuros* développe un système rhizoïdal parfois extrêmement compliqué, ramifié et pluricellulaire.

Ces organes ne sont évidemment, dans l'immense majorité des cas, que des organes de fixation ou de soutien. C'est ce qui est évident

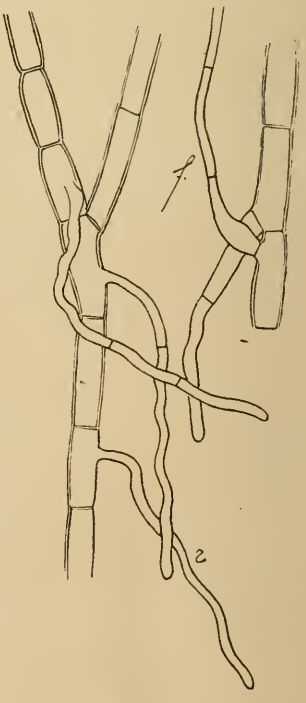


Fig. 30. — Stigeoclonium lacustre. — Rhizoïdes crampons (2), dressés (*f*).

dans les Confervoïdes, les Protococacées et les Chaetophoracées. Chez ces dernières il peut exister un thalle rampant rhizomateux et des rhizoïdes qui en augmentent la stabilité *(Chaetophora* et *Stigeoclonium* sp.). Souvent ces moyens de fixation ne sont que passagers ; ainsi chez beaucoup d'*Oedogonium,* de *Conferva,* d'*Ulothrix* et de Conjuguées.

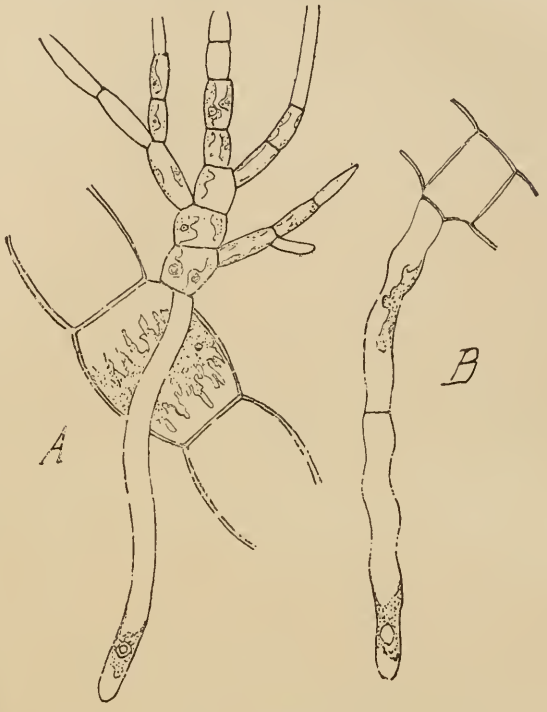


Fig. 31. B. — *Draparnaldia glomerata ;* origine des rhizoïdes.

Les algues des eaux agitées de lacs sublittoraux, comme les *Enteromorpha intestinalis* du Wateneverstorfer Binnensee (Holstein) développent des crampons dans les endroits exposés aux vagues, tandis que dans les baies tranquilles ils ne forment que des ouates librement nageantes (Lemmermann). Dans les eaux courantes et les grands lacs à vagues fortes les crampons se développent de préférence *(Stigeoclonium, Cladophora, Ulothrix, Spirogyra,* etc. [fig. 29]). Les *Ulothrix* du lac de Genève, fixés sur les galets ont développé des rhizoïdes à parois épaisses et très résistantes.

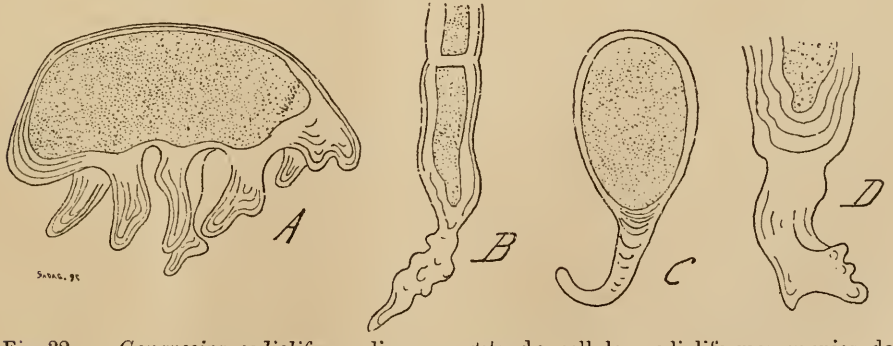


Fig. 32. — *Gongrosira codiolifera ;* divers aspects de cellules codioliformes munies de prolongements cellulosiques perforants.

Mais dans le genre *Cephaleuros* les papilles et les rhizoïdes nom-

breux qui se forment à la face inférieure du thalle ont une toute autre fonction. Cette algue, ordinairement couverte d'une cuticule assez épaisse, est évidemment gênée dans sa respiration et son assimilation. Par les papilles en question elle se trouve soulevée au-dessus de la surface de la membrane de la feuille et l'air peut circuler plus facilement.

Karsten a vu que dans certaines espèces de ce genre les rhizoïdes pénètrent jusque dans les cellules de l'épiderme et fonctionnent peut-être comme suçoirs (v. l'article sur *Cephaleuros*).

Bibliographie.

Wildeman de, Bulletin de la Soc. Roy. de Belg. XXIX, 93,130, 2 pl. (crampons fixateurs).
Schœnfelt, Biol. C. B. XXXIII, 1888 (crampons).
Lemmermann, Plœn III, 52 (crampons).
Dangeard, Le Botaniste, sér. II, 1891, 161—162 et 228 (crampons).
Istvanffi, Bot. C. Bl. XXXV, 1888 (rhizoïdes d'Ulothrix).
Borge O., *Ueber Rhizoidenbildung*, Upsala, 1894.

Organes de multiplication.

La multiplication des cellules a déjà été décrite ; je me bornerai ici à parler des moyens spéciaux de multiplication.

Une véritable scissiparité n'existe pas chez les unicellulaires ; la multiplication y a toujours lieu par division à l'intérieur d'une membrane qui fonctionne comme sporange. Ce n'est que dans les genres demi-flagellés, dépourvus de membrane cellulaire, que la scissiparité a lieu (Pyraminomonadées, Euglènoïdes, etc.). On a souvent cité le genre *Raphidium* ou *Actinastrum* comme se multipliant par fractionnement. Il suffira de suivre le développement de ces plantes pour s'assurer qu'ici encore la membrane entourante persiste jusqu'à la mise en liberté des produits de la division qui s'accroissent dans son intérieur. Dans ce cas les cloisons séparatrices n'ont aucune persistance ; il n'en résulte jamais un corps strictement filamenteux ou parenchymateux.

Tout autres sont les cloisons dans les algues filamenteuses ou thalleuses. Les cloisons s'attachent aux anciennes parois et divisent les cellules en chambres définies. Le genre *Pleurococcus* qu'on persiste à tort de ranger parmi les *Protococcacées* en est l'exemple le plus simple. Le stade *Pleurococcus*, c'est-à-dire celui où les cellules sont disposées par quatre sur un plan ou en paquet par huit ne se retrouve sous cette forme chez aucune Protococcacée.

Chez ces dernières les cloisons séparatrices se dissolvent ou se ramollissent de bonne heure, tandis que la membrane de la cellule mère ou tout au moins son cadre externe (souvent très pectosique) persiste et finit par être rompu par le gonflement d'une gelée (souvent cellulosique et apparemment due à la gélification de la couche interne de la membrane) qui entraine au dehors les produits de la division.

Cette gelée vésiculeuse (fig. 33) entoure pendant un temps plus ou moins prolongé les *spores* ou *zoospores;* souvent elle se dissout peu après ou pendant l'émission des produits de la division ou persiste encore pendant quelque temps *(Hydrodictyon, Pediastrum, Palmellococcus,* etc.).

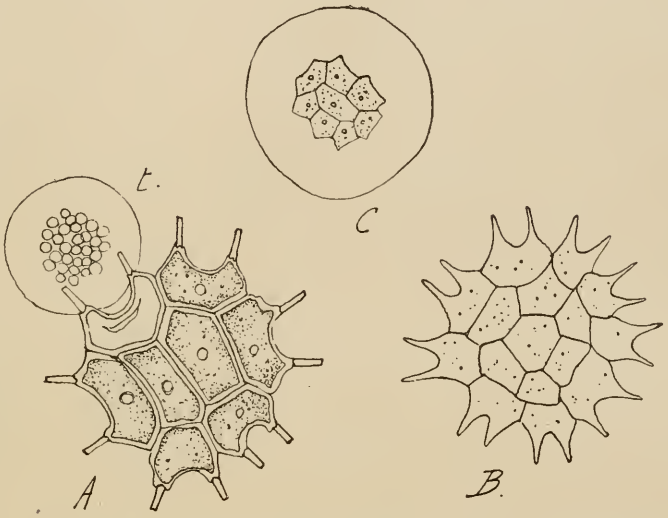


Fig. 33. — *Pediastrum Boryanum.* — A. Emission de la vesicule avec zoospores. B. Jeune colonie. C. Très jeune colonie encore entourée de l'auréole gélifiée.

Cette gelée est-elle entièrement formée par la couche interne de la membrane ou est-elle en partie produite par la membrane plasmique, c'est ce qu'il est très difficile d'affirmer actuellement. Pour ma part je pense qu'elle doit ordinairement son origine principalement à la couche interne gélifiée par un ferment coagulant. Dans certains cas l'ectoplasma peut continuer à produire des couches nouvelles qui se comporteront semblablement, comme il sera indiqué plus loin.

L'utilisation du revêtement interne cellulosique de *Coelastrum reticulatum (Hariotina)* est contestée par Senn. C'est un point à revoir.

Ce mode d'expulsion s'observe surtout chez les algues qui émettent des zoospores *(Pediastrum, Euastropsis* [sec. Lagerheim]) [1]) ou celles qui produisent des spores nues *(Palmellococcus).* L'existence d'une vésicule semblable paraît problématique chez celles dont les produits de la division sont différenciés au moment de leur sortie de la cellule mère. C'est ainsi

[1]) Lagerheim, *Ueber arctische Kryptogamen* (vid. sub Euastro). — Chodat et Huber, *Recherches expérimentales sur le Pediastrum Boryanum.* (Bull. de la Soc. bot. suisse, 1895).

que dans nos expériences sur le *Pediastrum Boryanum*, nous avons vu la vésicule en question se réduire au fur et à mesure que les cellules acquièrent dans la cellule mère une forme plus rapprochée de celle qui leur est définitive.

Nous avions pensé que dans ces conditions cette substance était utilisée pour former les membranes du jeune cénobe.

Les zoospores d'*Ulothrix*, d'*Ulva* etc. sortent de la cellule mère entourées d'une semblable vésicule qu'elles doivent dissoudre avant de

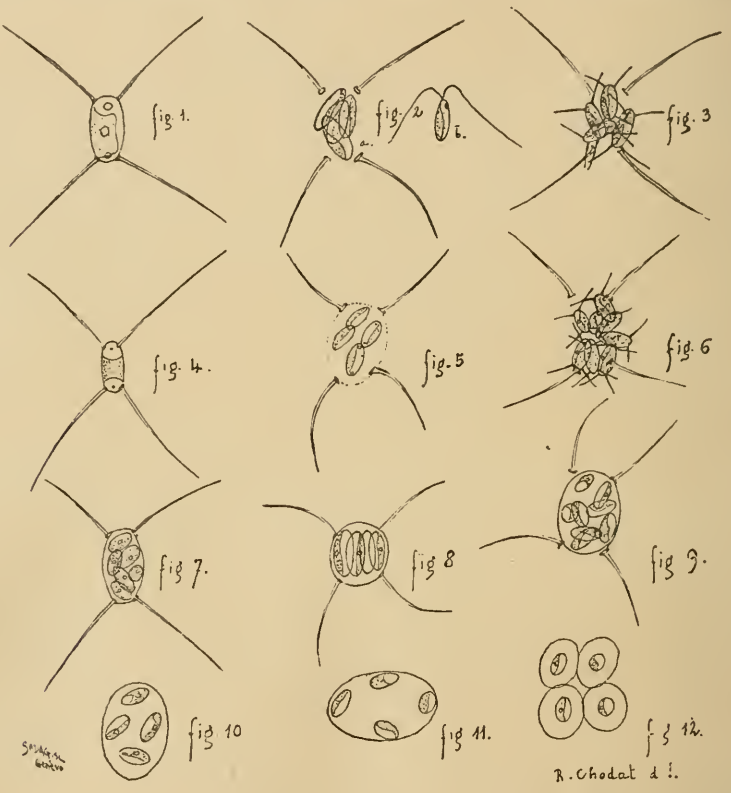


Fig. 35. — *Lagerheimia genevensis* Chod. — Fig. 1 et 4, cellules vegetatives; 2, naissance des zoospores (?); 3 et 6, production d'autospores; 7—12, spores naissant dans la cellule plus ou moins gelifiée.

pouvoir émigrer. Il en est de même chez plusieurs Chlamydomonadées.

Dans nos expériences sur le *Pediastrum* nous avons montré comment on peut transformer les zoospores en spores et finalement en autospores ou en autocolonies. Cette question fait l'objet d'une discussion au chapitre des Protococcoïdées.

Je nomme autospore une cellule spore de Protococcoïdée qui acquiert dans la cellule mère, même, les caractères définitifs de cette

dernière. Ainsi les cellules filles fusiformes d'un *Raphidium* sont des autospores, car en sortant du sporange fusiforme elles ont déjà la forme caractéristique de la plante adulte ; de même les cellules réniformes du *Nephrocytium,* celles du *Kirchneriella* qui sont déjà demi-lunaires ; les spores armées des *Lagerheimia* (fig. 35) ou des *Chodatella* sont des autospores.

Par auto-colonie ou auto-cénobe je comprends cette sorte de spores qui dans la cellule mère contractent avec leurs voisines les relations qui seront caractéristiques pour le cénobe définitif. En général les cellules de ces auto-cénobes ont déjà dans la cellule-mère les prolongements ou les sculptures de cette dernière. *(Cœlastrum, Pediastrum* (dans nos expériences), *Hydrodictyon, Scenedesmus, Sorastrum,* etc.)

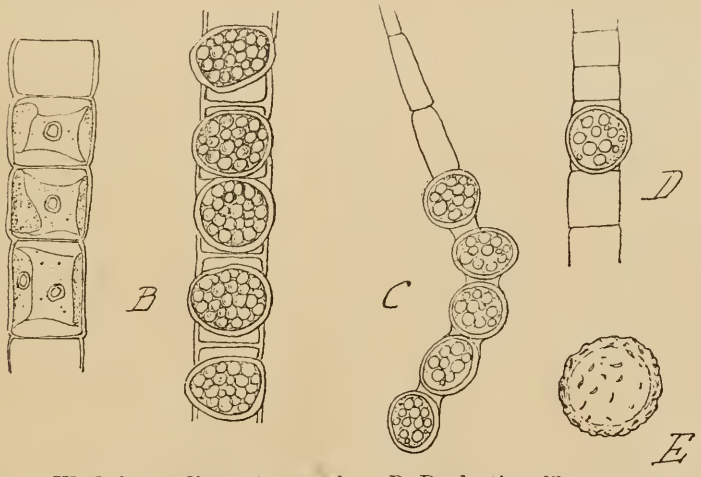


Fig. 36. — A. *Ulothrix* sp. filament normal. — B. Production d'hypnospores. — C et D. Hypnocystes de *Stigeoclonium.* — E. Hypnocyste d'*Apiocystis.* — A—D. D'après Gay. E. Original.

L'autospore comme l'auto-colonie sont simplement le résultat d'une maturation avancée, jointe à une certaine persistance de la membrane sporangiale.

Lorsque, pour une cause ou une autre, les zoospores d'Ulothrix sont empêchées de sortir du filament, on les voit germer à travers la membrane, retenues dans la cellule par un court rhizoïde. C'est une forme d'autospore ou d'auto-cénobe.

Dans le genre *Pediastrum* en utilisant des solutions nutritives contenant plus de 5—10 ‰ de substances salines les zoospores sont remplacées par des éléments immobiles qui restent groupés en colonies (auto-colonies).

De faibles différences de lumière ou d'obscurité déterminent une variation dans le mode d'émission des organes reproducteurs.

Hypnocystes.

Nous appelons *Hypnocystes* (à la suite de Gay) des cellules qui, au lieu de se diviser pour se multiplier ou émettre des zoospores, grossissent beaucoup, tout en épaisissant leur membrane. Ce sont en partie les *Dauersporen* des Allemands, en partie les Acinètes de Wille.

Cet état apparaît lorsque des circonstances défavorables, concentration du milieu de culture, intensité lumineuse, dessication, etc., ralentissent la croissance et rendent la division impossible.

Fig. 37. — A. Hypnocystes et hypnospores de *Chaetophora cornu damae*. — B. Rameaux de *Draparnaldia glomerata* transformant leurs cellules en hypnocystes (B. D'après Gay).

Nous avons montré comment on peut expérimentalement transformer une cellule de *Pediastrum* en hypnocyste (fig. sub. Pediast.). Certaines cellules de la colonie prennent un accroissement exagéré, se remplissent de réserves nutritives et passent par un temps de repos relatif. En effet, durant cette croissance, les noyaux se divisent. Dans les hypnocystes de *Pediastrum* nous avons trouvé 64 ou 128 noyaux au moment de leur germination. Beaucoup d'algues sont susceptibles de passer par cet état. *(Pleurococcus, Ulothrix,* les *Chétophoracées* où les hypnocystes peuvent se former en chapelet sur les rameaux [fig. 36 et 37]). On en connaît chez les Tétrasporacées *(Tetraspora, Apiocystis, Stapfia, Palmella)* où la membrane épaissie présente des sculptures particulières (fig. 36, *E*).

Celles de *Pleurococcus* sont parfois échinulées ou verruqueuses (anciens *Trochiscia* p. p.), celles de *Hormospora* sont fortement épaissies.

Parmi les plus curieuses sont celles des *Gongrosira*, des *Gomontia* et des *Foreliella*, comme aussi des anciens *Siphonocladus*.

On leur a donné le nom de *Codiolum*. Des cellules du thalle grossissent démesurément, leur membrane devient épaisse et stratifiée; parfois la cellule se lobe et pousse des prolongements en papilles rhizoïdes, ou aussi la membrane se prolonge en un pied ou en un bouton cellulosique. Ces productions sont surtout caractéristiques pour les végétaux perforants *(Gomontia polyrhiza*, Born. et Fl., G. *Manxiana* nob., *Foreliella*

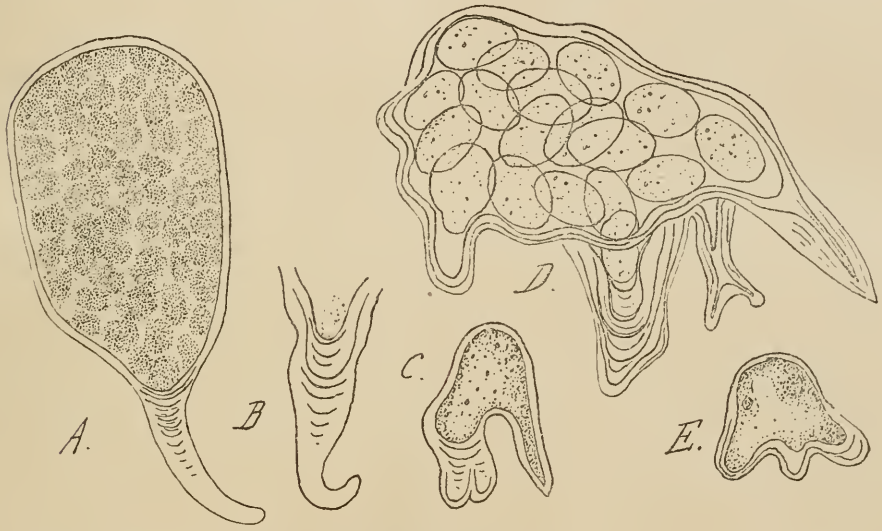


Fig. 38. — Etats *Codiolum*. — A et B. De Gongrosira. — C—E. De *Gomontia polyrhiza*, Born. et Flaht. (C—E. d'après Bornet et Flahault.)

perforans), ou ceux qui sont incrustés dans le calcaire qu'ils carient ou qu'ils déposent à leur surface (fig. 32 et 38).

Il est à remarquer que dans les mêmes conditions les Cyanophycées, Chamaesiphoniées produisent également ces états *Codiolum* [1]).

Finalement, mis dans un milieu favorable, ils germent en donnant naissance à un grand nombre de zoospores. Ces cellules végétatives renflées ont reçu le nom d'*Akinètes* (Wille).

Arthrospores.

J'appelle arthrospore un état particulier souvent réalisé chez les algues vertes aériennes. Les cellules d'un filament ou d'un thalle foliacé se désagrègent; il y a désarticulation.

[1]) Voir Chodat, *Etudes de Biologie lacustre*, Bull. herb. Boiss. 1898.

Ce phénomène ne doit pas être confondu avec le précédent, car les arthrospores ne sont pas des sporanges en puissance, ce sont seulement des cellules végétatives normales désarticulées.

On les rencontre surtout chez les algues aériennes *(Pleurococcus, Trentepohlia, Hormidium)*, mais parfois aussi chez des plantes aquatiques *(Bumilleria)*. (Fig. 18, pg. 44.)

J'ai suivi attentivement le mode de désarticulation de *Pleurococcus*. La membrane est différenciée en deux couches, l'une externe pectosique, l'autre interne cellulosique ; la lamelle moyenne de la paroi de séparation est pectosique ; elle s'épaissit aux angles ; la dissolution du pectate de calcium a lieu de l'extérieur à l'intérieur et finalement les deux cellules sont libérées. Il en est de même chez les autres. Ces cellules isolées peuvent être prises pour des Protococcacées et ont en effet reçu des noms distincts *(Cystococcus, Protococcus, Stichococcus)*.

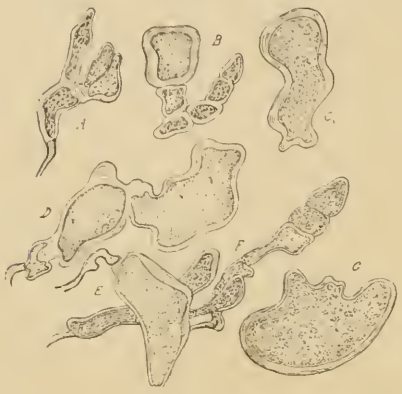


Fig. 39. — *Foreliella perforans;* sporanges codioloformes se formant à la surface des coquilles d'anodontes.

Ici la pulvérisation du thalle a pour effet, en l'absence de tout autre mode de multiplication aérien, de remplacer les zoospores. Ces enduits pulvérulents sont facilement transportés par le vent.

Conidies.

Les arthrospores correspondent en quelque sorte aux états *Oïdium* de certains champignons. C'est une forme de conidie. Mais les vraies conidies différenciées sont très rares chez les algues vertes. Je n'en connais que peu d'exemples. Chez les *Cephaleuros* les filaments dressés portent parfois sur un organe spécial, support, des conidies qui sont isolées et dont la propulsion et la dissémination se font à la façon de ceux d'*Entomophthora*. Ces conidies se comportent d'ailleurs plus tard à la façon de sporanges dont ils ne sont qu'une modification.

Spores, Zoospores, Aplanospores.

Tandis que dans les algues supérieures les zoospores naissent dans des organes différenciés, les zoosporanges (Phéophycées), cela n'a que rarement lieu chez les Chlorophycées-Euchlorophycées. Chaque cellule non différenciée peut fonctionner comme zoosporange (ainsi chez les

Palmellacées et la plupart des Volvocinées) ; on ne connaît pas de zoospores ni de zoosporanges dans le genre Volvox.

Dans les Pleurococcacées l'état filamenteux est incapable de produire des zoospores même dans le *Pl. vulgaris* Menegh. Ce n'est qu'à l'état de cellules arrondies renflées que cette plante est capable de les former. Cependant les états *Pleurococcus* vrais, thalleux peuvent parfois se résoudre en zoospores ou en gamètes.

Dans les *Gongrosira* et les algues perforantes du même groupe ce sont encore des cellules renflées, des *hypnospores* ou des états *Codiolum* qui les produisent exclusivement. Il semble que dans cette famille l'état filamenteux soit incompatible avec la production de zoospores et que leur naissance nécessite une dépense d'énergie qui suffit à peine à subvenir à ce développement. On n'a jamais décrit de zoospores chez les *Microthamnium*.

Quant aux Protococcacées elles n'en fournissent que rarement. Elles n'ont été reconnues avec certitude que dans les genres *Golenkinia*, *Dictyosphaerium*, *Pediastrum*, *Hydrodictyum*. La présence de zoospores n'est d'ailleurs nullement certaine chez les espèces de Pediastrum autre que le *P. Boryanum*.

Les Chétophoracées, de même que les Coleochétacées, semblent en être pourvues dans tous leurs genres, Il paraît également qu'elles ne manquent à aucun genre de Trentepohliacées.

Dans les Ulvacées les genres *Monostroma, Ulva, Letterstedtia, Enteromorpha* en sont abondamment pourvues, tandis que les Ulothriciacées ont le genre *Hormidium* qui n'en produit guère ou très rarement.

Les *Conferracées* en paraissent toutes pourvues.

Plus ou moins nombreuses chez les Palmellacées, les Chlamydomonadées, les Pleurococcacées, les *Ulvacées,* les *Ulothrix*, les Trentepohliacées, il n'y en a qu'une ou deux par cellule dans les Chétophoracées, les Coleochétacées, les Oedogoniées. Le plus souvent biciliées, elles sont quadriciliées dans les genres *Carteria, Golenkinia, Stigeoclonium, Draparnaldia, Aphanochaete, Uronema, Ulothrix, Microspora.* Ce nombre ne correspond pas à la situation systématique, car des genres voisins comme *Draparnaldia* (4) et *Chaetophora* (2) ont des zoospores différentes.

N'ont qu'un cil par zoospore : *Conferva, Bumilleria* et les Chlorothéciées, tandis que les *Sciadium* paraissent en avoir deux.

Leur forme est généralement ovale ou en fuseau ; elles sont un peu asymétriques dans le genre *Hormidium* et les Confervacées. Elles seront décrites dans la partie systématique.

Les zoospores sont remplacées par des spores chez les Protococcacées, chez le *Pleurococcus Naegelii* Chod. et les Schizogoniées qui, dans le genre *Prasiola,* produisent des tétraspores à la façon des Rhodophycées avec lesquelles elles ont plus d'une analogie.

Quant aux cellules qui sont zoosporipares elles sont, chez les Chétophoracées, des cellules non différenciées du tronc des rameaux ; lorsque le tronc est nettement distinct des ramifications comme dans le genre *Draparnaldia*, il ne produit plus de zoospores ; il en est de même des poils, des rhizoïdes, mais non pas des rhizomes de ces plantes. Klebs a étudié avec soin les conditions qui déterminent, dans des cas donnés,

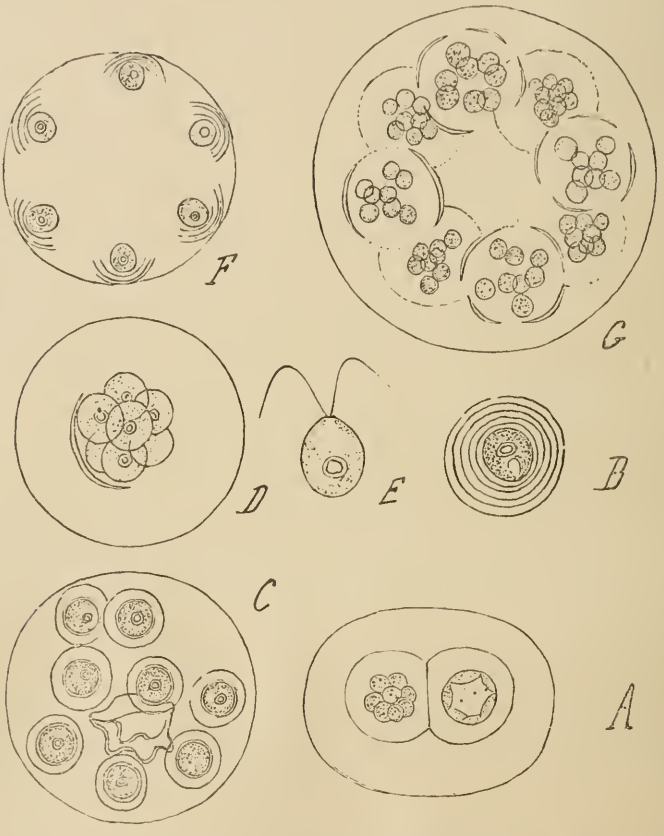


Fig. 41. — *Sphaerocystes Schreteri.* — G. Etat *Schizochlamys.* — C. Cellules en partie enkystées, en partie gelifiées, au centre la membrane déchirée d'un ancien kyste. D. Kyste rompu.

l'apparition des zoospores. Il n'y a à ce sujet point de loi générale et les mêmes résultats ne sont pas toujours obtenus.

On ne trouve de véritables zoosporanges que chez les seuls Trentepohliacées ; mais ici encore les espèces les moins évoluées n'ont pas atteint cette différenciation (*T. umbrina, T. jolithus*). Dans le *T. aurea* les zoosporanges qui sont déjà très distincts présentent au sommet une papille de déhiscence. Pour d'autres détails voir le chapitre consacré à ces plantes, où l'évolution du sporange est traitée.

On a appelé *aplanospores* des productions qui rappellent les spores, mais qu'il ne faut confondre avec elles. Elles résultent de la transformation du contenu d'une cellule en une cellule durable, en une *hypnospore*. Cette dernière ne doit pas être confondue avec l'*hypnocyste* quoiqu'il puisse y avoir des stades où la limite est difficile à saisir.

Lors de la production d'une hypnospore la membrane de la cellule-mère reste distincte et l'hypnospore se comporte comme une monospore. Elle en diffère en ce sens que généralement elle grossit beaucoup et qu'elle est mise en liberté par rupture de la membrane de la cellule-mère ou sa gélification. On rencontre des hypnospores chez les Palmellacées où la membrane de la cellule-mère est rejetée pendant que l'hypnospore grossit (v. fig. 41). Parfois le contenu se divise au préalable et le nombre des hypnospores varie. C'est ce qui porte dans cette famille le nom d'état *Schizochlamys*.

On rencontre également des hypnospores dans le genre *Gongrosira* (v. fig. 37), les Chétophoracées, où elles sont souvent disposées en chapelet (v. fig. 37), les Confervoïdées, etc.

Ces hypnospores comme les *hypnocystes* se forment surtout dans des conditions défavorables au développement ou à la fin de la végétation *(Draparnaldia)*. Elles constituent également des états dormants, les « *Dauersporen* » des Allemands. Avec leur membrane épaissie, souvent stratifiée, imprégnée de substances qui lui donnent une teinte brunâtre ou jaunâtre, elles simulent les zygotes des Chlorophycées sexuées.

La germination de ces hypnospores se fait tantôt directement (*Stigeoclonium* sec. Gay) tantôt après avoir modifié la membrane qui finit par se rompre en plusieurs écailles à la façon d'un *Schizochlamys* (fig. 11, pg. 31) *(Monostroma, Stapfia, Tetraspora)*.

Gamètes et reproduction sexuelle.

Nulle part l'évolution de la sexualité n'est plus évidente que chez les algues vertes. L'essence même du phénomène est encore mal connu. Mieux étudié chez les plantes supérieures où il paraît résider surtout dans la fusion des noyaux sexués et préparés à cet acte par un phénomène dit de réduction, la sexualité chez les algues vertes n'est guère connue que dans ses manifestations grossières. La fusion des noyaux mâle et femelle a été constatée pour la première fois d'une manière certaine par Goroschankin à propos de ses études sur les Chlamydomonadées et tout particulièrement dans le *Chlamydomonas Braunii*. Klebahn l'a étudiée chez les Conjuguées et l'*Oedogonium;* Oltmans l'a signalée dans le *Coleochaete pulvinata*.

Tout dernièrement Dangeard, dans un beau mémoire sur les Chlamydomonadinées, a repris cette question avec beaucoup de soin. Il a pu constater que le noyau des gamètes de *Chlorogonium euchlorum* renferme une dizaine de chromosomes comme celui des zoospores ordinaires.

On peut donc affirmer, dit cet auteur, que (dans ce cas) les noyaux qui copulent sont des noyaux ordinaires à 10 chromosomes et que le noyau sexuel est un noyau double à 20 chromosomes.

Or cette addition du nombre des chromosomes à chaque génération sexuée est contraire à la théorie actuellement régnante et selon laquelle le nombre des élements chromatiques se maintient constant par un phénomène de réduction qui aurait lieu tantôt avant la copulation, pendant la maturation des produits sexuels, tantôt après la fusion.

Selon Klebahn cette réduction serait obtenue de la manière suivante dans le genre *Closterium* (Conjuguée) : à la germination de l'œuf le noyau subirait une double bipartition, mais il n'en résulterait que deux embryons binuclées. L'un des noyaux dans chaque embryon s'atrophierait.

A cette constatation on peut ajouter que l'œuf des algues vertes produit à la germination rarement directement la nouvelle plante. Celui de *Pandorina* ne se divise pas et donne naissance à une grosse zoospore (fig. 42, *A*.). La germination de celui d'*Eudorina* a été étudiée par *Ostrokowa;* il y a parfois une seule zoospore, parfois, mais plus rarement, 2 ou 3. En outre, on remarque un corps sphérique expulsé dont la nature n'a pas été élucidée, mais qui, à juger d'après les dessins, pourrait bien être une zoospore de réduction (?) (Tab. V, fig. 1—3, op. citat.)

J'ai observé moi-même la germination de la zygote du Gonium qui se divise en quatre zoospores à la germination. C'est au dépens de ces zoospores que se forme le thalle 4 puis 16 cellulaire connu.

La germination de l'œuf de Volvox se fait directement sans passer par l'état zoospore.

Mais chez les *Ulothrix,* les Oedogoniacées (fig. 42, *B*, 1—4), les *Sphaeroplea,* l'oospore se divise en quatre zoospores à la germination.

Dans le *Coleochaete pulvinata* j'ai montré qu'à la germination de l'œuf se forment ordinairement 8 spores dont sortent les zoospores. Quant aux *Pediastrum* et à l'*Hydrodictyon* la germination de leur zygote paraît se comporter différemment. Celle de *Pediastrum* (fig. 42, *C*, 1—7) a la forme d'un polyèdre qui germe en donnant naissance à une nouvelle colonie comme le font les cellules végétatives normales, tandis que l'œuf arrondi d'*Hydrodictyon* produit d'abord des zoospores qui deviendront les polyèdes qui se comportent comme ceux de *Pediastrum.*

Comme on le voit, il n'y a jusqu'à présent rien qui puisse étayer une théorie sérieuse de la réduction du noyau sexuel avant ou après la fécondation. C'est un champ ouvert aux recherches.

Par contre, la constatation faite par Dangeard que les noyaux des gamètes sont semblables aux noyaux des zoospores quant au nombre des chromosomes a une grande valeur théorique. Elle confirme l'idée, ancienne déjà, qu'il n'y a entre les zoospores et les gamètes que des différences peu sensibles d'abord et qui vont s'accentuant progressivement.

On avait déjà anciennement constaté que des gamètes peuvent parfois germer sans s'être fusionnés. Cela était connu pour ceux de *Tetraspora*

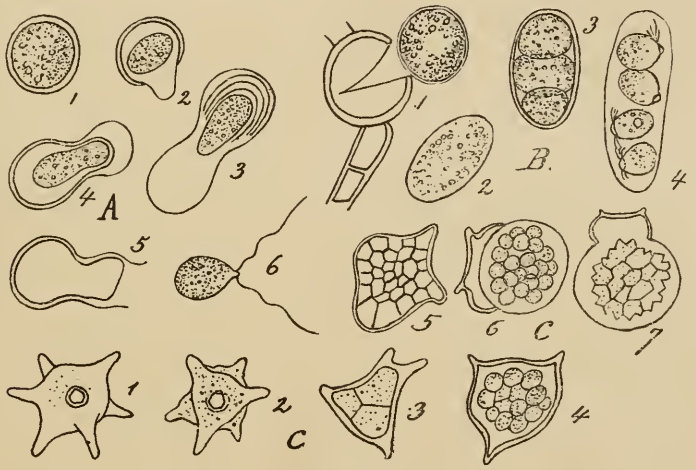


Fig. 42. — A. 1 6, germination de l'œuf de *Pandorina morum* d'après Pringsheim. — B. Bulbochaete intermedia; 1, oogone rompu laissant sortir l'œuf; 2, croissance de l'œuf; 3, division du contenu de l'œuf en quatre portions; 4, zoospores dans la vésicule formée à la germination de l'œuf. — C. *Pediastrum Boryanum*, 1—7 division du contenu de la zygote et emission (6—7) de la vésicule qui contient la jeune colonie.

et d'*Ulothrix;* j'ai également montré le même fait à propos de ceux de *Monostroma*. On connaissait également les azygospores de *Spirogyra*.

Klebs a montré dans quelles conditions on peut déterminer expérimentalement les gamètes d'*Ulothrix* à se comporter comme des zoospores. Mis dans des solutions nutritives, ces gamètes donnent des parthénospores qui après un temps de repos, ou se multiplient d'une façon purement végétative ou ne donnent que deux zoospores.

Il a également montré que vers 25—27° C. les gamètes de *Protosiphon* cessent d'avoir une affinité sexuelle et se développent parthénogénetiquement.

Klebs, *Die Bedingungen der Fortpflanzungen bei einigen Algen und Pilzen.*

Pour produire les gamètes les cellules reproductrices divisent plus activement leur contenu que pour donner naissance aux zoospores. On verra à l'occasion de chaque genre l'indication du nombre des divisions que cette production comporte.

Les gamètes ont en général la même morphologie que les zoospores. Font exception à cette règle, ceux d'*Ulothrix*, de *Stigeoclonium*, d'*Endoclonium* qui n'ont que deux flagellums alors que les zoospores en ont quatre.

Il est à remarquer que dans le genre *Botrydium* les gamètes ont deux cils, tandis que les zoospores n'en ont qu'un.

Dans ces conditions il n'y a pas de parti à tirer du nombre des flagellums à un point de vue général. Il y a peut-être plus à prendre dans la constatation que les gamètes sont des zoospores réduites.

Il y a cependant à faire des réserves à propos de cette manière de voir, car il existe des genres munis de *macro-* et de *microzoospores*, les dernières souvent tout aussi exiguës que les gamètes. On sait par les travaux de Pfeffer et de ses élèves que les anthérozoïdes sont attirés vers les œufs par chimiotropisme. Or cette sensibilité ne se manifeste que dans des limites de température déterminées. Dans les expériences de Klebs l'élevation de la température diminue ce tropisme autophagique et un nouvel état d'équilibre apparaît, qui permet aux gamètes de germer.

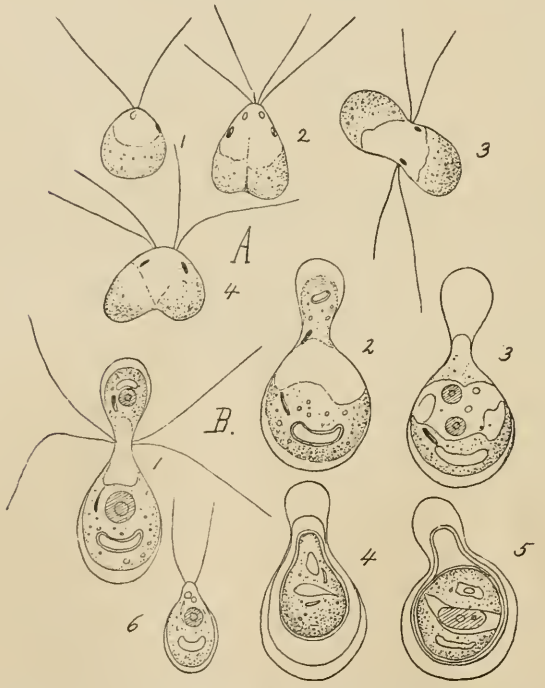


Fig. 43. — A. Fusion des deux isogamètes de *Monostroma* bullosum (Chodat). — B. *Chlamydomonas Monadina*, conjugaison ; 6, microgamète ; 1—5, conjugaison progressive (Goroschankine).

Ces gamètes facultatifs sont parfois actifs dans des limites et des conditions très précises et sans doute variables selon l'état initial. Ainsi dans le *Monostroma* que j'ai étudié, dans la même culture, les gamètes et les parthénogamètes évoluaient également.

Si la théorie qui veut que les gamètes de *Stigeoclonium* ou ceux d'*Ulothrix* ne sont que des demi-zoospores peut être défendue, l'homologie

des gamètes et des zoospores est partout ailleurs évidente. Ces questions étant traitées à propos de chaque famille, je me dispense d'insister davantage sur ce sujet.

De l'isogamie réalisée chez les Palmellacées, le *Gonium*, certains *Chlamydomonas*, les Ulvacées (fig. 43, A.), les Ulothriciacées, les Trentepohliacées, on arrive par des passages insensibles à l'hetérogamie, puis à la production d'œufs et d'anthérozoïdes.

Les *Chlamydomonas* illustrent admirablement cette théorie. On y constate les stades suivants :

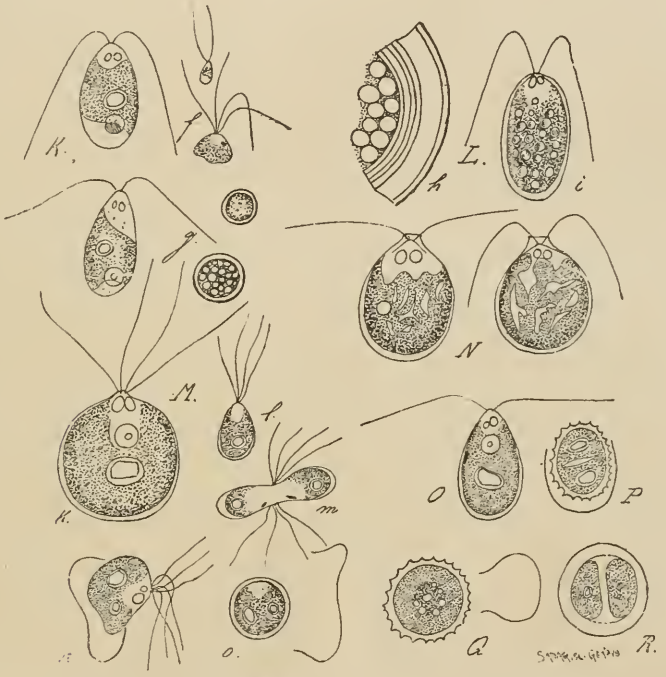


Fig. 44. — K. *Chlamydomonas Kuteinikowi; f*, zygote en voie de fusion ; *g*, zygote. — L. *Chlamydomonas Steinii; h*, paroi de la zygote. — M. *Chl. multifilis*; *l*, gamète ; *m*, union des deux gamètes ; *n*, rejet des membranes ; *o*, zygote. — N. *Chlamydomonas reticulata.* — O. *Chl. Ehrenbergii.* — P. Id. — Q. Zygote. — R. Germination (Goroschankine).

1° *Isogamie* parfaite et fusion égale et totale des gamètes nus *(Ch. Reinhardii, Ch. de Baryana, Chl. Perty* et *Steinii)* (fig. 45 A. et 44 K.) comme cela a lieu chez *Pandorina* et la plupart des isogamètes.

2° *Isogamie* plus ou moins parfaite de gamètes revêtus d'une membrane qui est rejetée

α) avant la copulation *(Ch. reticulata)* (fig. 45, D.)

β) pendant la copulation *(Ch. Ehrenbergii).*

γ) après la copulation (fig. 44, M. et 45, C.).

les catégories ne sont pas absolues et il existe à ce sujet une assez grande variabilité.

2° *Conjugaison* avec union des membranes des deux gamètes dont l'un, le plus petit, se déverse dans l'autre *(Chl. Monadina* St.) (fig. 43, B.).

Quant au mode de fusionnement des gamètes il paraît indifférent qu'ils se soudent par leurs parties antérieures ou par leurs côtés. J'ai vu les deux modes réalisés dans une même culture de *Pandorina*, et cela est confirmé par beaucoup d'observations *(Pleurococcus vulgaris* Menegh. ! ! *Chlamydomonas* sp.)

L'hétérogamie est faiblement indiquée dans le genre *Pandorina*. Quant à la sexualité d'*Eudorina* et de *Volvox* je renvoie le lecteur au

Fig. 45. — A. *Chlamydomonas Reinhardi*, fusion des gamètes nus. — B. *Chl. Kuteinikowi*, id. — C. *Chl. multifilis*, 1—6 fusion des gamètes chlamydés et rejet des membranes (5); 6, zygote. — D. *Chl. reticulata*, 1—5, union après rejet de la membrane de chaque gamète (Goroschankine).

chapitre qui leur est consacré. Il verra combien est complète la sexualité de ce dernier genre qui non seulement est hétérogame, mais chez lequel des combinaisons analogues à celles qu'ont réalisé les plantes supérieures existent déjà (Fécondation croisée, monœcie, diœcie, etc.).

L'hétérogamie a été réalisée d'une manière complète et indépendante dans les groupes les plus divers ; elle ne peut donc servir à établir un lien génétique entre les genres qui la possèdent.

Ainsi dans le groupe des Volvocinées elle s'y répète deux fois, la première dans le genre *Chlamydomonas*, la seconde dans la série des Volvocées (*Gonium* = *Pandorina* = ou = *Eudorina* = *Volvox*). Chez les Ulothriciacées le genre *Cylindrocapsa*, chez les Chétophoracées le genre

Aphanochaete sont hétérogames. Ce dernier genre établit un passage (pour ce qui est de ce caractère) vers les *Coleochaete* qui sont tous hetérogames.

Bibliographie.

Cohn, *Entwicklungsgesch. der Gatt. Volvox*, Beiträge zur Biol. der Pflanz. I. 1875.

Klein, *Volvoxstudien*, Pringsheim's Jahrb. XX, 132 (Protérogynie).

Johnson, N., *Observations on the zoospores of Draparnaldia*, Bot. Gaz. 93.

Gerassimoff, *Ueber die Copulation der zweikernig. Zellen von Spirogyra*, Soc. Imp. des nat. de Moscou, 1897, N° 3.

Klebs, Flora 1890 (Sensibilité de la sporulation aux changements de milieu).

» » *Bildung der Fortpflanz.-Zellen bei Hydrodictyon.* Bot. Zeit. 1891, 787.

Heinricher, *Zur Kenntniss der Alg.-Gatt. Sphaeroplea.* B. d. d. bot. Ges. I, 433.

Lagerheim, *Fortpflanzung von Prasiola*, Bericht. d. d. bot. Ges. 10, 366.

Jurany, *Beitr. zur Morph. der Oedogon.*, Pringsh. Jahrb. f. w. Bot. IX, 1873.

Dodel, *Die Kraushaaralge*, Pringsh. Jahrb. f. w. Bot. X. 1876 (micro- et macrozoospores, gamètes).

J. Behrens, *Beobacht. über die Entwickl. des Oogons und der Oosphaere von Vaucheria*, B. d. d. bot. Ges. 8, p. 314.

Klebahn, *Studien über Zygoten II*, Jahrb. f. wiss. Bot. XXIV, 235.

Overton, *Conjugat. bei Spirogyra*, Bericht. d. d. bot. Ges. VI, 68, pl. IV.

Klebahn, *Zygosporen einiger Conjugat.*, Ber. d. d. bot. Ges. VI (noyaux, fusion).

Chmielewski, V., *Eine Notiz über das Verhalten der Chlorophyllbänder in den Zygoten der Spirogyraarten*, Bot. Zeit. 1890, 773.

Cohn, *Entwick. und Fortpflanz. der Sphaeroplea annulina*, Ann. Sc. Nat. 1856.

Askenasy, *Entwickl. von Pediastrum* (Polyèdres) B. d. d. bot. Ges. VI, 127.

Rosenvinge, *Parthenogenèse dans Spirogyra*, k. Svensk. Akad. Forhandl. 1883 et Bot. C. Bl. XX (1884).

Braun, A., *Betrachtungen über die Verjüngung in der Natur*, 1849 - 1850.

Huber, J., *Aphanochaete*, Bull. Soc. bot. de France, Sess. extraordinaire en Suisse, 1894.

Goroschankine, vide sub *Chlamydomanas.*

Biologie.

Les algues d'eau douce sont remarquablement adaptées à supporter les variations de conditions d'existence les plus excessives. La rapidité de leur évolution leur permet d'utiliser en temps utile les conditions favorables à leur développement. Lorsque vient la mauvaise saison, le froid, une chaleur excessive, la sécheresse, elles passent par des phases d'enkystement partiel ou produisent des œufs qui passent cette période de repos à l'état de vie ralentie ou latente.

Aussi les voyons-nous peu dépendantes de la latitude. Un catalogue des Algues d'eau douce du Cordofan, de Kerguelen, du Paraguay, des Etats-Unis diffère peu de ce que serait celui des algues d'Europe. Les différences constatées diminuent avec chaque nouvelle publication quant à ce qui concerne les algues submergées.

Les circonscriptions biologiques des algues n'auront donc aucun rapport avec le domaine des Flores ; ce seront des formations végétales qui non seulement se répéteront avec des variantes selon le climat, mais qui pourront être parfaitement identiques sous les différents ciels.

Ce cosmopolitisme est l'un des faits biologiques les plus intéressants de l'algologie et doit mettre en garde ceux qui seraient tentés d'excuser l'établissement d'espèces critiques par des raisons de géographie ou qui ne seraient pas au courant de la bibliographie générale.

Il n'en est plus tout à fait de même pour les algues aériennes dont plusieurs paraissent confinées dans les régions tropicales humides.

Quelques algues submergées paraissent être plutôt nordiques ou de haute région. Il en sera question plus loin.

L'eau est le milieu normal des Euchlorophycées ; mais ce milieu est loin d'être uniforme comme l'on sait. Une dessication brusque tue la plupart de ces plantes ; l'évaporation lente de l'eau leur permet, ou de développer un système protecteur (épaississement des membranes, accumulation de réserves qui en diminuant la proportion d'eau de la cellule (huile, amidon, etc.) la rendent plus apte à supporter la dessication). Les hypnocystes et les hypnospores en sont le meilleur exemple. Ces deux modes de persistance des algues vertes sont le plus souvent caractérisés par une accumulation énorme d'amidon ou d'huile. Cette dernière prend souvent, dans ce cas, une coloration rouge. (Chétophoracées, *Pleurococcus vulgaris, Monostroma bullosum*). Ces cellules sont arrondies ou anguleuses, mais presque toujours leurs parois sont épaissies. Les Volvocinées mêmes peuvent aussi passer par ce temps de repos. On connaît depuis longtemps le cas de l'*Hematococcus pluvialis* dont les kystes résistent indéfiniment à la sécheresse et se mettent à germer lorsque l'humidité revient. *(Cohn, Farlow.)* Les *Pleurococcus* de nos murs

qui se colorent en rouge vif peuvent persister presque indéfiniment dans cet état de dessication comparable à celui des semences ou des spores qui, elles aussi, sont gorgées de réserves et pauvres en eau.

Dans les étangs et les mares la dessication lente provoque la précipitation du carbonate de chaux et la cristallisation des autres matières dissoutes. C'est dans cette gangue minérale qu'on trouve un grand nombre de chlorophycées protégées jusqu'aux pluies prochaines ou même capables de profiter de l'humidité atmosphérique absorbée par ce magma hygroscopique. (Flaques et mares desséchées pendant l'été.)

Enfin beaucoup de ces algues tombées dans la vase desséchée y séjournent protégées par la croûte superficielle qui permet aux couches plus profondes de rester humides (mêmes stations).

Schrœder a réussi à conserver vivantes des cellules de *Pleurococcus* desséchées au-dessus de l'acide sulfurique pendant vingt semaines. Ces états hibernants ne s'observent pas que chez les Tétrasporacées et les algues pluricellulaires, mais aussi chez les Protococcacées. J'ai constaté cette vitalité des cellules hypnocystes dans les *Palmellococcus,* les *Hariotina,* les *Coelastrum,* les *Scenedesmus,* les *Raphidium,* les *Pediastrum* qui toutes se colorent en jaune-orangé ou en rouge vif tout en se remplissant d'huile.

C'est sous cette forme pulvérulente que le vent les emporte et facilite leur dissémination.

La couleur rouge d'autres algues aériennes est due à la présence de l'hématochrome, substance colorable en bleu par l'iode et qui s'accumule en particulier dans la cellule des Trentepohliacées, et de l'*Haematococcus.*

Les œufs des algues vertes se comportent le plus souvent comme des hypnospores ; leurs membrane épaisse, leur protoplasma peu aqueux et leur pigment huileux jaune et rouge, ainsi que l'accumulation d'amidon (Volvocinées, *Aphanochaete, Coleochaete,* etc.), leur permettent de passer par une période de sécheresse un temps prolongé même à l'obscurité.

Ainsi s'explique la persistance de ces plantes dans les localités qui de marécages deviennent des cuvettes desséchées en été. Cela explique ainsi que ces plantes puissent habiter les régions les plus diverses, à condition qu'elles aient à leur disposition pour leur développement une somme de température suffisante. Les eaux froides de certains lacs alpins de haute altitude qui sont alimentés par la neige fondante ne paraissent pas, ou être assez nutritives, (?) ou pouvoir fournir aux algues le minimum de température ou la somme des températures nécessaire à leur développement. La vie algologique y est en effet très appauvrie[1]).

[1]) On trouve cependant sur les blocs inondés des torrents alpins de très haute altitude toute une flore de Cyanophycées et de Diatomacées.

L'eau de nos étangs et même celle de la superficie de nos lacs peut s'échauffer beaucoup pendant l'été ; les algues tropicales peuvent, pendant quelques semaines, y trouver les températures nécessaires à leur évolution.

A. Lumière.

La lumière, en pénétrant dans l'eau, est absorbée en partie et en partie réfléchie; les plantes aquatiques ne reçoivent donc qu'une fraction de la lumière solaire. De là, sans doute, leur coloration vert intense quand elles n'arrivent pas trop près de la surface. L'intensité lumineuse diminuant rapidement avec la profondeur et les algues vertes utilisant tout particulièrement les rayons rouges, on peut s'attendre à voir diminuer rapidement ces plantes à mesure qu'on pénètre plus profondément. Dans un lac, ce sont surtout les pierres du rivage ou celles qui sont à une faible profondeur, et non celles du fond, qui sont couvertes de gazons d'*Ulothrix,* de *Spirogyra* ou de *Cladophora.* Même dans des fonds de 5 à 10 m., la zone désertique commence déjà pour la plupart de ces algues fixées. Celles qui sont flottantes vu leur passiveté se trouvent à toute profondeur, mais elles s'accumulent dans les couches supérieures et deviennent rares à partir de 10 m. Ce n'est que chez celles qui, par une adaptation spéciale, arrivent à se maintenir superficielles que le pigment protecteur apparaît. Je n'ai rencontré aucune algue verte pélagique qui aurait développé d'huile rouge ou de pigment, sinon le *Botyroccoccus* et les Volvocacées *(Haematococcus, Pandorina).* Le premier est suspendu grâce à son flotteur à huile et cela lui permet d'atteindre plus facilement la surface et de s'y maintenir à peu près pendant les jours calmes. C'est alors qu'on le voit colorer son huile en rouge, particulièrement pendant l'hiver.

Les Myxophyceés qui flottent grâce à leurs vacuoles à gaz ont également développé, dans certains genres, un pigment protecteur rouge, la myxoporphyrine[2]).

Parmi les algues de la neige, exposées à la lumière intense des hauteurs, l'*Haematococcus* a produit un pigment spécial, l'*Ancylonema Nordenskiöldii* (Desmidiée), un suc cellulaire violet-brun, le *Pteromonas nivalis* une huile jaune orangée, tandis que d'autres algues supportent cette lumière *(Raphidium nivale, Cosmarium sp., Pleurococcus vulgaris,* etc.).

La lumière a une action directrice sur les zoospores des algues. Il suffit de laisser devant une fenêtre qui ne reçoit que de la lumière

[1]) L'aération est également plus vive au bord à cause du mouvement de l'eau qui les découvre périodiquement.

[2]) Chodat, *Biologie de deux algues pélagiques.*

diffuse un flacon de culture contenant des zoospores, pour les voir se porter vers la source lumineuse et former un liseré vert, apparent, à la limite du liquide, du côté le plus éclairé. Cette sensibilité est d'ailleurs très variable; en modifiant l'intensité lumineuse on peut, à une intensité donnée, séparer des Volvocinées comme les *Gonium* et les *Pandorina*, les unes étant plus fortement attirées que les autres.

L'importance de la lumière a été surtout mise en évidence par les travaux de Klebs [1]) sur les conditions de la reproduction chez quelques algues. Nous avons nous-même étudié l'importance de ce facteur dans la zoosporulation de *Pediastrum*. Une lumière trop vive diminue dans certaines conditions la rapidité de l'émission des zoospores.

B. Température.

Ce facteur influe d'une manière très sensible sur le développement de tous les êtres et par conséquent des algues. Pour chaque espèce il y a un minimum, un maximum et un optimum de température utile. On ne sait que peu de choses à ce sujet (en ce qui concerne les Chlorophycées), jusqu'à présent. La rapidité du développement de beaucoup d'entre-elles leur permet d'exister sous des climats très différents en profitant, en temps voulu, des températures utiles.

Or, celles-ci varient beaucoup d'une formation géographique à une autre; les flaques, les mares et les étangs s'échauffent plus rapidement que les lacs, mais peuvent congeler jusqu'au fond pendant que certains lacs restent libres ou ne congèlent qu'à la surface [3]). En outre, dans deux bassins voisins, l'optimum de la température ne sera pas atteint au même moment, ce qui fait que les variations saisonnières sont souvent très différentes d'un milieu, d'un bassin, d'un lac à un autre. Si les grands lacs s'échauffent pendant l'été moins rapidement que les petits bassins, ils constituent pendant la mauvaise saison un réservoir de calorique qui leur permet de conserver une flore algologique alors que les autres ont déjà modifié complètement leur faciès algologique.

J'ai montré combien la température semble donner à nos lacs suisses une allure spéciale. Tout d'abord leur température maximale s'élève rarement au-dessus de 25°, tandis que les mares peuvent être plus chaudes. Plusieurs de nos lacs n'abaissent jamais leur température superficielle au-dessous de 4° (Genève). Cette faible amplitude des oscillations de la température établit dans ces lacs une remarquable constance dans la composition qualitative de la flore algologique, tandis que les

[1]) Klebs, l. c. *Die Bedingungen der Fortpflanzung einiger Algen.*
[2]) Chodat et Huber, *Recherches expérimentales sur le Pediastr. Boryannm*, l. c.
[3]) Voir Chodat, *Etude de Biologie lacustre*, l. c.

petits lacs ont une variation saisonnière souvent intense. Cette variation est encore plus accentuée pour les petits bassins.

La plupart de nos algues d'eau douce supportent d'être congelées, si l'abaissement de la température n'est pas trop brusque. Dans nos mares et nos fossés, à la fin de l'hiver, les *Tetraspora*, les *Draparnaldia*, le *Stigeoclonium longipilum*, le *Chaetophora elegans*, le *Conferva bombycina*, des *Œdogonium*, ainsi qu'un grand nombre de Protococcoïdées et même des Volvocacées (Grand Salève), supportent le gel de la nuit et reprennent vie lorsque le soleil vient vers le milieu du jour dégeler l'étang.

Les *Ulothrix* et les *Cladophora* du bord du lac m'ont donné des zoospores 10 minutes après avoir été dégelées. Il n'en est plus de même si l'abaissement est brusque et si la différence de température est grande.

Ainsi j'ai vu les algues nivales périr parfois quand on les transportait sans maintenir les flacons de culture à une température voisine de 4°.

J'ai déjà indiqué la grande pauvreté en algues des lacs alpins alimentés directement par la neige, comme ceux du col Ferret et du col Fenètre (2400 m.). Je n'ai trouvé sur leurs bords ni algues filamenteuses ni Protococcacées. Assez riches en animaux (crustacés), ils sont d'une pauvreté extrême en algues vertes. C'est à peine si l'on y rencontre quelques Oscillariées et des fragments d'*Hydrurus*. Comparés aux petits lacs de plaine, les lacs de haute altitude sont remarquables par l'absence des algues pélagiques très communes autre part. Point d'*Asterionella*, ni de *Fragilaria*, à peine quelques *Ceratium* (macroceras) *Hirundinella*. Au Saint-Bernard, le lac doit sa coloration verte aux bouses de vache, sans doute, car des pêches prolongées n'ont décelé aucun Plankton végétal important. Les pierres du fond sont, au contraire, assez riches en algues. Par contre, ceux des lacs qui sont déjà plus éloignés des glaciers ou des neiges persistantes ont une flore algologique plus abondante. Ainsi ceux du plateau de Chanrion (Zygnema, Spirogyra, Melosira, etc.).

Les algues vertes d'eau douce ont pu s'adapter à des températures [1]) très élevées, plusieurs habitent les eaux thermales : *Pleurococcus vulgaris, Œdogonium crenulato-costatum Wittr.; Hormiscia flaccida v.* caldaria, *Conferva major; Microspora amoena, Protococcus botryoïdes* (?) ont réussi à s'adapter à des températures variant de 40°-70°.

C. Aliment.

Bibliographie.

De Wildeman, Comptes-Rendus, Soc. roy. bot. de Belg., 1886 *(Tannin dans les cellules).*

Molisch, Sitzb. Akad. Wiss. Wien, 1895 (le calcium et les algues vertes).

[1]) Tilden, Some thermal algae., Bot. Gazette, vol. XXV, 1898, p. 89.

Koch et Kossowitch, *Die Assimilation von freiem Stickstoff durch die Algen*, Bot. Zeit. 1893. 320.

Beyerinck, *Culturversuche mit Zoochlorellen, Lichenengonidien*, etc. Bot. Zeit. 1890, 725, 741, 757, 781.

Bokorny, Bot. C. Bl. LXII, 1-4 (infl. du Ca et Mg.).

Benecke, *Ueber Culturbedingungen einiger Algen*, Bot. Zeitung, 1898.

Nutrition gazeuse.

L'eau contient une beaucoup plus faible proportion d'oxygène que l'air. Exprimé en volume, un litre d'eau des lacs jurassiques contient de 5,87-9,71 c^3 d'oxygène, 13-15,28 c^3 d'azote et à peu près 40 c^2 d'acide carbonique.

Les plantes aquatiques sont donc grandement favorisées quant à leur nutrition gazeuse, mais n'ont que peu d'oxygène à leur disposition.

Les eaux froides retiennent plus de gaz dissous que celles qui sont plus chaudes et l'on sait que cela semble expliquer le beau développement des algues marines dans les mers arctiques et antarctiques. Cela explique aussi sans doute que dans les régions élevées certaines algues qui ont besoin d'une bonne aération puissent exister dans des eaux tranquilles *(Hydrurus, Batrachospermum)*.

Les Cladophoracées préfèrent les eaux courantes plus aérées, c'est pourquoi on les trouve également à l'extrême limite de l'eau dans les lacs, là où elles ont la chance d'être fortement aérées par le jeu des vagues.[1])

Cette difficulté de respirer s'exprime chez les algues d'eau douce par la ténuité de toutes leurs parties, leurs arbuscules si divisés, en un mot, par l'augmentation de surface que présentent tous leurs organes et qui correspond assez bien à celle des feuilles laciniées ou disposées en pinceau de beaucoup de plantes phanérogames submergées. Chez plusieurs des algues muqueuses, il semble que la production des poils ou des soies ou de pseudo-cils soit en rapport avec cette nécessité de respirer plus activement. Les productions incolores, seraient des organes de respiration.

L'eau comme aliment.

Indépendamment de son importance pour le maintien de la turgescence, l'eau joue un rôle dans la vie des algues comme substratum nutritif, comme véhicule des substances qui doivent être assimilées.

[1]) On en trouve cependant de 20 à 40 m. de profondeur dans le Léman, ainsi que j'ai pu m'en assurer en examinant des tufs soumis à mon examen par M. le prof. Forel.

Il est évident que les organes de fixation ne fonctionnent pas chez les algues comme racines, c'est-à-dire comme organe d'absorption. Celle-ci se fait par la surface; il n'y a pas de différenciation qui réponde à cette fonction.

Il y a tout d'abord à faire une distinction entre les eaux salées et saumâtres et les eaux douces. Ces dernières paraissent beaucoup plus riches en petites Chlorophycées, tandis que celles-là l'emportent par le beau développement qu'y prennent les Ulvacées, les Cladophoracées et les Siphonées. Sans doute les eaux salées, si riches en formes macroscopiques, doivent également contenir toute une flore microscopique. Ce qu'on sait des Diatomacées et des Péridiniacées marines fait supposer que les Euchlorophycées n'y manquent pas. Les flaques d'eaux marines hébergent à Ajaccio [1]) comme sur les côtes de la Scandinavie le curieux genre de Chlamydomonadée *Brachiomonas;* le *Halosphaera* marin est une Protococcacée encore plus considérable que l'*Eremosphaera* d'eau douce.

Les eaux douces sont des solutions souvent très diluées de substances minérales. Les eaux de source et de rivière ne contiennent, comme celle des vrais lacs, que des quantités à peine appréciables de matières organiques et, le plus souvent, de très faibles, parfois d'extrêmement minimes quantités d'azote combiné.

Néanmoins les algues prospèrent dans les eaux des ruisseaux, des rivières et des lacs *(Prasiola, Vaucheria, Cladophora*, etc, algues planktoniques). C'est une erreur de croire avec Beyerinck que beaucoup de Protococcoïdées ne peuvent se passer de substances organiques dissoutes. Les *Scenedesmus,* le *Cystococcus* se multiplient activement dans des solutions nutritives exclusivement minérales. L'absence de beaucoup d'algues dans les eaux très pures ne provient pas de ce que ces eaux sont dépourvues de substances organiques, mais bien de ce qu'elles ne contiennent pas suffisamment d'azote combiné, minéral ou organique [2]).

Je ne connais aucune Euchlorophycée qu'on ne pourrait cultiver qu'en présence de substances organiques.

Koch et Kossowitch [3]) ont prétendu que plusieurs algues étaient capables d'assimiler directement l'azote atmosphérique. Comme dans leurs expériences ils ne tiennent pas compte de la présence des bactéries, le résultat est douteux. Si l'on vient à cultiver des algues dans des liquides totalement dépourvus d'azote combiné ou pauvre en N., elles ne tardent pas à périr ou de devenir la proie des bactéries et des champignons.

[1]) D'après Bohlin, ces eaux saumâtres ne contiendraient que 1 % de Na Cl.
[2]) Chodat, *Etudes de Biologie lacustre*, l. c. 64-72.
[3]) Koch et Kossowitch, Bot. Zeit. 1893. 320.

Il suffit d'ajouter au milieu de culture une solution nitrée pour les rendre résistantes et permettre leur développement ultérieur.

L'eau des lacs est, comparativement à celle des étangs, pauvre en matières dissoutes et surtout en matières organiques. Cela explique l'absence dans ces grands bassins d'une foule de Chlorophycées qui prennent, dans les étangs ou les marécages, un beau développement.

Parmi les genres les plus communs des marécages sont les *Scenedesmus* et les *Pediastrum;* on ne les trouve dans les lacs que dans la région littorale, dans les parties peu profondes occupées par les Phragmites ou les Scirpes; ils font défaut à la vraie flore pélagique (lacs à profondeur moyenne dépassant 30 m.). Ils réapparaissent dans les régions des grands lacs où les villes déversent leurs eaux ménagères, là donc où l'eau s'enrichit en matières nutritives dissoutes.

Certaines eaux chargées de matières organiques dissoutes, comme celles des bassins à canards ou les abreuvoirs des bestiaux dans les montagnes moyennes, deviennent un milieu extrêmement favorable au développement de ces microphytes. Dans un petit étang du Danemark, je n'ai pas compté moins de 30 espèces de Protococcoïdées réunies en un même temps.

La nature des matières dissoutes influe également beaucoup sur la composition de la flore. Malheureusement, il a été fait fort peu d'analyses de l'eau des étangs et l'on doit se borner actuellement à des conjectures.

Le calcaire ne paraît pas toujours nécessaire au développement de ces végétaux. On en trouvera donc également dans des eaux presque dépourvues de carbonate ou de sulfate de chaux. Selon Molisch (S. B. Akad. Wiss. Wien, 1891), le calcium est inutile aux genres *Microthamnium, Stichococcus, Ulothrix sp., Protococcus sp.* Mais Bokorny a trouvé que l'absence simultanée du calcium et du magnésium correspond à une diminution du noyau dans les Conjuguées; l'absence de calcium seule produit une rétrogradation des chromatophores qui, selon Lœw, contiendraient des combinaisons nucléino-calciques.

L'indépendance complète de certaines algues vis-à-vis des combinaisons calciques me paraît peu probable. Ce qui l'est plus, c'est le danger que fait courir à beaucoup d'entre-elles une trop forte proportion de ces sels. Les algues des tourbières à *Sphagnum* craignent les eaux calcaires et ne s'y laissent le plus souvent pas cultiver *(Coelastrum microporum, Desmidiées*, etc.). Est-ce à la présence de la tourbe en solution ou à l'absence de calcium qu'il faut rapporter la flore algologique très particulière des tourbières à *Sphagnum ?* C'est ce qu'on ne sait pas encore aujourd'hui.

[1]) Beyerinck

Il faudrait se garder de conclure trop vite, car la flore algologique des régions siliceuses ne diffère guère, dans son ensemble, de celle du calcaire.

Le *Trentepohlia jolithus* n'apparaît que sur les rochers siliceux.

Les algues peuvent s'adapter à des solutions nutritives concentrées. J'ai encore pu cultiver les *Pediastrum* dans des liquides contenant jusqu'à 3 % de nitrate de potasse. Richter (Flora XXV, 1892) a vu *Chlorella, Stichococcus* et *Tetraspora* s'adapter à des concentrations de sel marin atteignant jusqu'à 8 %. Dans une solution saturée de phosphate de soude, j'ai également vu se développer des cellules chlorelloïdes.

Tropismes particuliers.

Ces propriétés sont encore peu étudiées chez les algues Euchlorophycées. Kny [1]) a montré que la forme dorsiventrale du *Coleochaete scutata* n'est pas due à l'influence d'un géotropisme. Par contre, le mouvement ascendant des *Chlamydomonas* et des Euglènes que l'on a recouvertes de sable humide serait dû à un géotropisme négatif [2]). L'auteur qui a éliminé le facteur lumière a soumis ces algues à une faible intensité de force centrifuge et a constaté qu'elles se dirigent dans le sens contraire, c'est-à-dire vers le centre du plan de rotation. Le mouvement serait également dépendant de la température et ne commencerait qu'au-dessus de 6° et atteindrait son optimum vers 22°.

La structure dorsiventrale de plusieurs Euchlorophycées adhérentes, comme *Gongrosira de Baryana, Aphanochaete repens, Myrochaete, Chaetopeltis,* rhizome de *Stigeoclonium,* thalle de *Coleochaete,* de *Cephaleuros,* est sans doute due à un somatropisme particulier. Cependant quelques Protococcacées ont également cette structure en disque, sans qu'il soit possible actuellement de la ramener à un tropisme défini *(Pediastrum,* etc.).

Tout le chapitre de la morphogénèse est à édifier, car ce qu'on en sait n'est que fragmentaire.

Bibliographie.

Kny, *Sur le Coleochaete scutata,* Ber. d. d. bot. Ges. I, 93.

Schwarz, *Einfluss der Schwerkraft auf die Bewegungsrichtung von Chlamydomonas und Euglena.*

Bréal, Soc. bot. de France XXXII, 1886 *(action de la lumière sur le Chlamydomonas pulvisculus).*

[1]) B. d. d. bot. Ges. I, 93,

[2]) B. d. d. bot. Ges. II. 51.

Classification des Chlorophycées (Euchlorophycées)

d'après leur Biologie.

A. Parasites ou demi-parasites.

Phyllosiphon arisari - *Cephaleuros Mycoidea; C. minimus.*

B. Symbiotiques.

α. En consortium avec des Lichens: *Pleurococcus vulgaris* Menegh.; *Pleurococcus Naegelii* Chod.; *Trentepohlia* sp.; *Cephaleuros.*

β. En consortium avec des Infusoires: *Chlorella* sp., dans les *Ophrydium, Paramecium* etc.

γ. Avec des éponges (Ephydatia fluviatilis), *Trentepohlia* sp.; *Struvea* (Siphonée).

δ. Noctiluques des marais salants avec *Zoochlorella;* Anodontes du lac Léman avec le *Foreliella perforans.*

C. Holophytes.

α. **Fixés.**

† aériens:

a. *épigées* (sur la terre humide): *Botrydium, Pleurococcus, Stichococcus.*

b. épilithes (sur les pierres): *Trentepohlia jolithus, T. aurea, T. umbrina, Pleurococcus vulgaris.*

c. épiphylles (sur le limbe des feuilles aériennes): *Trentepohlia, Cephaleuros, Phycopeltis, Pleurococcus.*

d. épizoïques (sur l'épiderme ou les poils des animaux): *Dermatophyton, Trichophilus.*

e. épigées urophiles (sur la terre humide souillée): *Schizogonium, Porphyridium.*

†† aquatiques limnophiles (eaux tranquilles):

⊙ nus:

1. géophiles (sur le sol):
   Tetraspora, algues filamenteuses diverses.
2. phytophiles (sur végétaux submergés):
   α. épiphytes:
   Stigeoclonium, Draparnaldia, Chaetophora, Coleochaete, Aphanochaete, Mycoidea, Chaetopeltis etc. etc.

β. endophytes :

Endoderma, Chlorochytrium etc. (vid. sub Endosphéracées).

3. lithophiles (sur les pierres) :

Coleochaete, Ulothrix, Cladophora, Oedogonium.

⊙⊙ incrustées ou perforantes :

Gongrosira, Chlorotylium, Foreliella, Gomontia, Hyella, Cyanophycées sp. plures.

††† aquatiques potamophiles (eaux courantes des rivières et des fleuves) :

Prasiola, Cladophora, Vaucheria, Ulothrix, Chlorotylium.

β. libres (Plancton) :

a. Pélagoplancton :
flore librement nageante des grands lacs de grande profondeur (30 m. de profondeur moyenne au moins).

b. Limnoplancton :
id. des petits lacs de faible profondeur (15—30 m.).

c. Héléoplancton (incl. pluviales) :
id. des étangs et des mares de faible profondeur envahis ou non par la végétation.

d. Sphagnoplancton :
id. des tourbières ou des étangs-tourbières à *Sphagnum*.

e. Cryoplancton :
id. des neiges persistantes ou des glaciers.

Parasitisme et demi-parasitisme.

Il n'est guère que la curieuse Siphonée du Midi et des tropiques, le genre *Phyllosiphon,* qu'on puisse ranger parmi les algues parasites. On sait que pendant que la feuille des Arum (arisarum) assimile, le filament de l'algue se comporte comme un parasite. Plus tard, la chorophylle apparaît et l'algue donne naissance à des spores. — J'ai déjà cité plus haut les suçoirs du *Cephaleuros,* algue épiphylle des tropiques qui, parfois, mortifie les feuilles qu'elle attaque. Il n'est pas certain que l'algue tire un autre profit de son hôte que d'y élire domicile.

On peut, par la culture dans des milieux organiques et par l'obscurité, transformer l'Euglena holophyte en saprophyte [1]).

---

[1]) Voir également le chapitre consacré aux Protococcacées endophytes, les Endosphérées.

Symbiose.

La symbiose des *Pleurococcus* et des Lichens est bien connue. Un grand nombre de ces champignons emprisonnent les thalles du *Pleurococcus vulgaris* Menegh. (*Cystococcus* auct.) y fixent des suçoirs et s'en servent comme gonidie assimilante. Plusieurs auteurs ont supposé que dans cette association le *Pleurococcus* abandonne au champignon des matières sucrées et qu'il lui emprunte des substances azotées assimilées. Le *Pleurococcus Naegelii* entre également dans des symbioses analogues.

En général, durant cette symbiose, les cellules des *Pleurococcus* s'arrondissent; les zoospores, mais pas toujours les spores, sont supprimées.

Par la désorganisation lente du lichen, par l'humidité, les Pleurococcées sont de nouveau libérées après s'être multipliées, peut-être pendant de longues générations, dans la couche gonidiale du lichen.

Il n'est pas possible de dire si le genre Pleurococcus est un genre réduit par la lichénisation ou par la vie aérienne. On pourrait supposer en effet que, primitivement aquatiques, les *Pleurococcées* se sont progressivement adaptés à la vie aérienne et ne sont devenus lichénisés que plus tard. D'autres ont pensé que certaines algues ont pu devenir aériennes par l'entremise des lichens qui les auraient pour ainsi dire éduquées.

Le fait qu'il existe des algues comme *Schizogonium* ou comme *Hormiscia flaccida,* qui se sont adaptés à la vie aérienne indépendamment des lichens avec lesquels ils n'entrent jamais en symbiose, fait supposer que la première solution est la bonne.

Les Trentepohliacées sont extrêmement instructives à cet égard.

Le *T. umbrina* par la facilité avec laquelle il se désarticule et se fragmente, se trouve admirablement adapté à contracter avec les lichens une association symbiotique; il perd à peu près sa coloration rouge dans les Graphidées; il s'y allonge en filaments qui ont des membranes plus minces et permettent de voir les chromatophores multiples. Cette algue est dominée par le lichen, qui lui impose sa forme.

Au contraire, dans les lichens *Coenogonium,* les *Trentepohlia* du groupe de l'*aurea* l'emportent sur le champignon qui se développe dans et sur la membrane de l'algue. Le lichen constitue alors sur les feuilles de plantes tropicales et sur les écorces, des tissus verdâtres algueux sur lesquels les apothécies en pustules orangées se remarquent sans peine.

Il en est de même des lichens du genre *Strigula,* qui rappellent par leur forme et leur apparence exactement les *Phycopeltis* ou les *Cephaleuros* qui leur servent de gonidie. Ce sont, en effet, des disques coléochétoïdes comme l'algue que le champignon a envahi.

Dans ces conditions les sporanges et les poils disparaissent; les cellules restent plus petites et le thalle plus régulièrement discoïde.

La symbiose des *Zoochlorella* et des Infusoires est très curieuse. Je l'ai examinée spécialement dans les *Parameciums* et les *Ophrydium*. L'algue montre un chromatophore muni d'un pyrénoïde bien caractérisé. J'ai pu constater que la cellule ovoïde, ellipsoïde ou amoindrie, s'y multiplie par division sporangiale (par 4). Je ne saurais dire si cette Zoochlorella constitue une algue indépendante ou si elle n'est qu'un stade d'un *Dactylococcus* ou d'un *Pleurococcus*. Je pencherais plutôt pour cette dernière alternative. Ces cellules vertes sont logées dans la paroi du corps de l'animal et paraissent s'y trouver très bien puisqu'elles peuvent développer un pyrénoïde et s'y multiplier.

On a décrit un certain nombre d'autres animaux qui hébergent ainsi des Zoochlorelles (ainsi, les Noctiluques des marais salants).

Sous les tropiques, Mme Weber van Bosse a trouvé des *Trentepohlia* et des *Struvea* en symbiose avec des éponges.

Quant au *Foreliella,* qui attaque et transperce le test des Anodontes vivants, il n'est pas certain qu'il ne puisse au moyen de ses suçoirs appliqués contre le manteau de l'animal, retirer un avantage sous forme de nourriture assimilée par ce dernier (v. loc. citat.).

Bibliographie.

Debray, Galles de Vaucheria, Bull. scientifique de la France et de la Belgique, XXII, 222, 242 et pl. XI.

Dangeard, le Botaniste, 2me série (*Chytridiacées parasites sur et dans les algues*).

Wildeman (de), Bull. Soc. bot. de Belg., 1891, 169-171 (*Parasites des algues*).

Famintzine, Mém. Acad. Pétersb., VIIme sér., XXXVI, n° 1889 (*Symbiose des algues et des animaux*).

Beyerinck, Bot. Zeit. 1890 (*Cultures de Zoochlorelles*).

Lagerheim, *Rhodochytrium. Eine Uebergangsform von den Protococc. zu den Chytridiacc.*, Bot. Zeit. 1893 (Protococcacée parasite des Spilanthes à Quito).

Weber, A., van Bosse, *Etudes sur les algues de l'Archipel Malais*, Ann. Jard. bot. Buit.., vol. IX, 79-94.

Holophytes.

L'immense majorité des algues est holophyte, c'est-à-dire assimile par le moyen de sa chlorophylle et élabore des substances organiques en partant de substances brutes, minérales. Les algues sont grâce à

cette propriété l'un des plus puissants moyens que la nature possède de préparer une vie supérieure. Ces algues deviennent la proie des animaux microscopiques qui servent à leur tour d'aliment à d'autres plus gros.

Un certain nombre de ces végétaux vivent, au moins pendant les premières phases de leur existence, fixés au sol ou à un autre substratum. Il faut distinguer de ceux-ci les algues qui vivent toujours à l'état de liberté et qui flottent suspendues passivement ou activement dans les eaux.

Les algues aériennes terricoles peuvent être groupées sous le nom de épigées c'est-à-dire qui vivent sur le sol humide et s'y multiplient. Il n'y a guère que la Siphonée *Botrydium* qui s'y trouve habituellement. Les *Pleurococcus* (*Pleurastrum* Chod. olim.), les *Stichococcus* et les *Hormiscia* se rencontrent également sur d'autres milieux. En effet, il y a peu de ces plantes qui habitent exclusivement tel ou tel milieu.

Les pierres sont trop sèches pour donner asile à une grande variété d'algues. Les rochers des montagnes calcaires, et parfois dans des lieux très secs, sont colorés en rouge-sang par les efflorescences mêmes du *T. umbrina;* celles du *T. jolithus,* qu'on ne rencontre que sur les rochers siliceux, sont d'un rouge-cinnabre qui étonne. On en voit près de Champey, en Valais, qui colorent les pierres d'une manière fantastique.

Quant au *T. aurea,* ses courts gazons veloutés se développent surtout sur les rochers un peu humides ou ombragés des gorges de montagne. La couleur y est d'un fauve jaune-orangé et n'a rien de l'éclat du *T. jolithus.* Cette espèce se rencontre, comme d'ailleurs le *T. umbrina,* sur d'autres milieux (racines, branches, mousses, écorces).

Ces algues aériennes demi-desséchées sont pigmentées, riches en huile, mais ne présentent pas d'autres adaptations à ce mode de vie que celui décrit à propos des hypnocystes et des arthrospores.

Les *Pleurococcus* tapissent parfois les rochers de tuf dans les gorges des montagnes; ils leur donnent une teinte verte très gaie. Là où ces enduits sont exposés à la lumière, comme sur les murs, ils prennent également une teinte cinnabre très caractéristique (*Pl. vulgaris* Menegh. *Chlorosphaera muralis,* nob. olim.).

Les algues épiphylles ne peuvent se développer que là où l'humidité atmosphérique est suffisante.

Dans notre pays, le *Phycopeltis* apparaît parfois sur les feuilles persistantes des conifères ou du houx. On les trouve assez communément dans les serres, où elles ont été étudiées par Maurizio; ce sont en général des algues très communes, *Pleurococcus* à divers stades, *Cystococcus* et beaucoup d'Oscillariées ou d'autres Cyanophycées.

Cet auteur n'a pas retrouvé les algues caractéristiques des plantes tropicales, savoir les Trentepohliacées en disques, ni les *Phycopeltis* européens.

Ces algues épiphylles peuvent être rangées dans la catégorie des épiphylles accidentelles. Ce sont les mêmes qu'on rencontre dans d'autres stations humides, sur des champignons (Polyporus), le bois pourri, les feuilles mortes, les écorces humides.

On les retrouve, mais nettement adaptées à leur mode de vie, sous les tropiques où elles sont si communes à Java, par exemple, que presque aucun arbre n'en est indemne. On trouvera, à propos des Trentepohliacées des détails sur les adaptations successives qui, partant de Trentepohliacées indéterminées, aboutissent aux *Phycopeltis* et aux *Cephaleuros* en disques sous-cuticulaires. L'adaptation la plus remarquable est celle qui est réalisée dans ce dernier genre, où les sporanges élevés sur des supports pléiocarpes fonctionnent comme conidies que le vent emporte et qui vont déverser leurs zoospores sur une feuille humide.

Les épizoïques sont ces curieuses Trentepohliacées et Chétophoracées dont l'une, le *Trichophilus Welckeri,* Web. v. Bosse, vit en endophyte dans les poils des Bradypus, et l'autre habite sur la carapace de la tortue d'Europe. Cette dernière, le *Dermatophyton radicans,* pousse des prolongements haustoriaux dans la masse même de l'animal.

Enfin, on a cité un Cladophore sur des serpents de Siam (S. B. Natfr. Berlin, 1882).

J'ai réuni dans une dernière catégorie des épigées ou épilithes urophiles, des algues qu'on rencontre surtout près des habitations, les étables, partout où l'urine développe des émanations ammoniacales. On rencontre dans ces stations les *Schizogonium* à divers états et le *Porphyridium cruentum* qui, malgré sa couleur violacée ou rosée, ne doit pas être systématiquement très éloigné des *Schizogonium.* Ces algues peuvent se multiplier par désarticulation c'est-à-dire par arthrospores disséminées par le vent et qui subissent une sécheresse prolongée sans souffrir.

Aquatiques limnophiles.

Les algues fixées des eaux douces tranquilles se laissent difficilement grouper en catégories bien définies. Beaucoup d'entre elles habitent les substratum les plus variés. Tantôt fixées sur les pierres, tantôt sur des morceaux de bois ou des plantes aquatiques, elles font partie de plusieurs formations. Le *Coleochaete pulvinata* se trouve aussi bien sur les pierres que fixé à des plantes aquatiques. Il en est de même du *Coleochaete scutata,* des Chétophoracées, etc.

Les genres et les espèces suivantes paraissent exclusivement épiphytes, *Chaetopeltis minor* et *Ch. orbicularis, Myxochaete, Aphanochaete, Naegeliella* (algue brune), *Apiocystis, Characium, Sciadium, Characiopsis.*

Les premières, qu'on trouve appliquées sur la face inférieure des feuilles de *Nuphar* ou de*Potamogeton* ou sur les feuilles et les tiges d'autres phanérogames ou cryptogames aquatiques, ont acquis la dorsiventralité qui caractérise plusieurs des épiphytes et épilithes; leurs poils muqueux, exclusivement dirigés vers le milieu liquide, leurs cellules pulvinées portent bien le caractère de végétaux adaptés à ce mode de vie. Les *Coleochaete* en écusson répètent dans une autre famille cette même disposition. Ce somatropisme particulier se manifeste chez des plantes qui appartiennent à d'autres groupes, ainsi chez les thalles rampants rhizomateux des *Batrachospermum,* le talon des *Stigeoclonium* etc. L'adaptation est manifeste chez tous, car le thalle n'est que faussement parenchymateux. Il résulte du fait que la ramification se faisant d'une manière coordonnée et régulière (souvent dichotomiquement) dans un plan, elle donne naissance à des pseudo-parenchymes suborbiculaires étroitement appliqués contre le substratum et par là, même, solidement fixés.

Chez quelques espèces, comme l'*Aphanochaete repens,* le *Coleochaete irregularis*, la ramification est pleurococcoïde et n'aboutit pas à la formation de disques. Le *Coleochaete soluta,* avec sa ramification dichotomique, représente un état intermédiaire.

Dans les tourbières les genres *Conochaete* et *Dicranochaete* remplacent sous un état plus réduit les thalles discoïdes du groupe précédent.

L'absence totale de géotropisme et leur somatropisme particulier leur permet de s'appliquer sur les organes des végétaux submergés quelle que soit leur orientation.

Ainsi l'*Aphanochaete* entoure de ses courts filaments le pourtour des algues sur lesquelles il s'est fixé. D'une toute autre symétrie que ces algues dorsiventrales en écusson ou en rhizome, sont celles que nous avons fait rentrer dans une deuxième catégorie, celle des algues characioïdes. Dans celle-ci doivent rentrer non seulement des algues adultes mais plusieurs plantules d'algues qui deviennent libres plus tard mais qui dans leur jeunesse ont la même disposition. Ainsi les jeunes *Oedogonium, Conferva, Microthamnium.* Ce qui les caractérise toutes, c'est qu'à la germination de la spore ou de la zoospore il se fait de bonne heure un crampon en disque ou en griffe (*Oedogonium*) qui retient un stipe plus ou moins développé terminé par l'utricule cylindrique ou vésiculeux. Ici la structure est radiaire avec une différenciation en base et sommet.

Il est intéressant de voir se répéter cette même disposition chez des algues qui appartiennent à des familles très différentes *Apiocystis*-Palmellacées. *Characium, Raphidium*-Protococcacées, *Microthamnium*-Pleurococcacées, *Uronema*-*Ulvacées*, *Conferva* et *Sciadium*-Confervoïdées *Oedogonium*-Oedogoniacées.

Il a été dit plus haut de quelle nature sont les appareils de fixation. Suffisants pour les petites algues unicellulaires où le cordon cellulosique du stipe représente une résistance assez grande, ils sont en général insuffisants pour les algues plus grandes qui sont plus facilement détachées, car elles présentent plus de prise au choc de la vague. Il est intéressant de voir que dans un même genre (*Oedogonium*) deux espèces *O. spec.* plures et *O. africanum* peuvent présenter des moyens de fixation différents. Les Oedogoniums robustes s'implantent par une griffe, tandis que le frêle *O. africanum* s'applique simplement par une cellule étalée en disque.

Quant aux Chétophoracées dont le thalle dressé est souvent considérable elles ne développent point à la germination de plantule characioïde, mais s'allongent en produisant un rhizome tantôt réticulé, tantôt fermé (*Stigeoclonium*). En outre elles émettent des cellules inférieures du thalle dressé, qui s'élèvent de ce rhizome, des rhizoïdes complémentaires qui forment une espèce de corbeille à la façon des racines adventives des palmiers. (Ainsi en particulier chez les *Stigeoclonium* et les *Draparnaldia.)*

Dans une troisième catégorie doivent rentrer quelques algues munies de supports gélifiés. Ainsi les *Hormotila* (Pleurococcus p. p.), les *Mischococcus*, les *Urococcus* (des auteurs), les *Euglenopsis.*

Ceux-ci se fixent au moyen d'un pied mucilagineux secrété par la cellule. On l'a comparé au pied ramifié des Diatomées du genre *Gomphonema,* mais il n'y a qu'une analogie lointaine. Ici la zoospore ou la cellule arrondie fixée au substratum par une substance secrétée agglutinante rompt son enveloppe qui reste attachée et produit en arrière des couches d'épaississement de la membrane qui, toujours rompue, ou dissoute, en avant soulèvent la cellule qui se trouve finalement supportée par une colonne. Arrivée à une certaine hauteur la cellule s'enkyste un peu, puis rompt de nouveau, ou après s'être divisée, la membrane ferme qui reste en place. Par le développement indépendant des nouvelles cellules, se forment les arbuscules ramifiés bien connus de *Mischococcus.* Ceux de *Hormotila* Borzi et des états hormotila de certains *Pleurococcus* (fig. 12, p. 32), des *Urococcus*[1]) des auteurs et des *Euglenopsis* sont construits sur le même type avec quelques variations.

C'est ce qu'on peut appeler des états *Hormotila* ou *Mischococcus.*

Quant aux formations analogues fixées sur les objets durs comme pierres et coquilles elles ne présentent guère de particularités spéciales. On y rencontre les mêmes genres et, en plus, les *Ulothrix* avec leurs rhizines à cellules à parois épaisses et solides, les *Gongrosira de Baryana*

[1]) Hiéronymus pense que ce sont des états de Péridiniacées.

qui répètent sur ces milieux le type du *Coleochaete scutata*. Parfois ils se développent sous la cuticule des Limnées auxquelles ils donnent une apparence tachetée. Les galets du rivage des lacs présentent souvent une flore algologique fixée assez variée, *Cladophora, Ulothrix, Stigeoclonium, Spirogyra, Zygnema, Coleochaete,* etc.

Jusque dans les hautes régions on trouve dans les ruisselets tranquilles ou sur les rochers le long desquels coule un mince filet d'eau une végétation fixée composée en majeure partie de Conjuguées, mais auxquelles viennent s'adjoindre des *Oedogonium* et des *Conferva*. Les pierres du lac du Grand-St-Bernard (2400 m.) sont couvertes d'un enduit mince un peu muqueux dans lequel on trouve surtout le *Gongrosira* de *Baryana* et quelques Protococacées qui sont ordinairement suspendues *(Scenedesmus, Pediastrum)*.

Les endophytes appartiennent pour la plupart au groupe douteux des Endosphaeracées établi par Klebs. On y rencontre le *Chlorochytrium, Stomatochytrium, Scotinosphaera, Endosphaera* et *Phyllobium*. Ce sont des cellules arrondies ou ramifiées non cloisonnées poussant ici et là un prolongement cellulosique. Leur chromatophore à épaississements dirigés en forme de bâtonnets vers le centre de la cellule et muni de plusieurs pyrénoïdes permet de les reconnaître facilement. Elles produisent abondamment des zoospores biciliées ou des gamètes biciliées qui donnent naissance à des zygozoospores qui se comportent pendant quelque temps comme zoospore et pénètrent dans les cellules mortes ou les intercellulaires par les stomates. C'est là que la cellule passe par un temps de repos pendant lequel elle grossit et accumule des réserves; parfois elle se colore en rouge par de l'huile (*Scotinosphaera, Phyllobium*).

Les autres endophytes qu'on rencontre dans les plantes vivantes ou submergées appartiennent aux Chétophoracées. Ce sont des filaments qui sont ordinairement dépourvus de poils (*Endoderma*) ou qui chez les endophytes marins ont des soies.

J'ai décrit à leur place ces intéressants végétaux qui ne présentent point d'adaptation bien saillantes à leur mode de vie.

Il faut cependant réserver une place à part aux endophytes qui habitent le mucus des algues gélifiées; ainsi les *Chaetonema*, les *Glaucocystis,* qu'on trouve habituellement dans la gelée des *Batrachospermum* ou du *Coleochaete pulvinata* et même parfois dans celles de *Schizochlamys*.

Les algues incrustantes appartiennent à des groupes très divers. Les *Gongrosira*, les algues des thermes décrites par Tilden en sont le type le plus saillant. Les *Chlorotylium* des cataractes avec leur croissance en zone sont également bien particulières. Ce qui frappe surtout c'est le mode d'épaississement des membranes qui deviennent squameuses et par-

fois engainées. En outre, après l'émission de zoospores ou d'hypnospores les cellules plus profondes transpercent les membranes et prolifèrent. J'ai déjà cité (p. 61) la production si curieuse des états *Codiolum* caractéristiques pour cette formation.

Le *Gongrosira codiolifera* entre dans une sous-catégorie des algues perforantes et cariantes; elle fait naître dans les pierres calcaires submergées des sculptures irrégulières; il en est de même des Cyanophycées *Hyella, Schizothrix* et *Plectonema*. Les *Hyella* associées au *Gongrosira codiolifera* et d'autres espèces attaquent les pierres; les *Plectonema* de nos lacs rongent les coquilles d'Anodontes et celles des Unio dans lesquelles ils produisent des poches cariées.

Tout autre est l'action du *Foreliella* qui perfore les test des Anodontes au moyen de rhizines-tarières, des plus curieuses, mais qui ne produit point de carie. Les coquilles attaquées restent apparemment intactes et l'endolithe n'apparaît qu'en les examinant à contre-jour, l'algue y produisant une tache sombre qui diminue la translucidité. Ces appareils ont été décrits autre part (v. p. 27).

Beaucoup d'algues Euchlorophycées sont trop faiblement fixées pour pouvoir se maintenir sur le fond ou les pierres nues des torrents ou des rivières. Ce n'est que lorsque le courant diminue d'intensité qu'on trouve une flore algologique importante.

Cependant dans les torrents de la montagne moyenne les algues solidement fixées par un rhizome étendu comme les *Cladophora*, les *Vaucheria* et le *Prasiola fluviatilis* se maintiennent même de préférence sur les pierres des sources et des cascatelles. La bonne aération semble même leur convenir particulièrement, car elles y forment souvent des coussinets épais. Dans les mêmes stations se rencontrent les Batrachospermes, les *Lemanea*, les *Hydrurus* qui préfèrent les eaux froides ou aérées. Dans ces rivières à cours rapide les cailloux sont souvent incrustés par le *Chlorotylium cataractarum* et le *Gongrosira viridis*.

Toutes ces plantes sont solidement fixées soit par leurs crampons soit par leurs dépôt calcaire tuffeux.

Dans les cours d'eaux importants beaucoup de Diatomées et d'autres microphytes ainsi que les algues filamenteuses citées contribuent à l'assainissement des eaux, soit en absorbant les substances organiques solubles, soit en augmentant l'aération de l'eau par leur assimilation, soit en retenant à leur surface les bactéries.

Plancton.

Les végétaux qui vivent suspendus dans les eaux et s'y reproduisent à cet état constituent la formation végétale connue sous le nom de *Plancton* ou *Phytoplancton.*

J'ai groupé ces plantes selon les bassins naturels qu'ils habitent : A. Les *grands-lacs* ou *lacs* au point de vue biologique, c'est-à-dire, ceux dont la profondeur moyenne étant de 30 mètres ou plus empêche l'établissement d'une flore phanérogamique ou de Chara.

Les Chlorophycées n'y forment qu'une portion relativement petite du Plancton total. Elles n'y sont représentée que par un petit nombre d'espèces. N'ayant pas fait cette distinction les auteurs ont cité comme pélagique des Chlorophycées qui sont caractéristiques pour les étangs et les marécages.

L'étude de nos grands lacs suisses m'a permis de constater quelles sont les espèces réellement pélagiques, c'est-à-dire, celles qui existent à demeure au large et qu'il ne faut confondre avec celles que les tempêtes ou les grands vents amènent parfois du bord qui peut être marécageux.

Les Euchlorophycées habituelles de nos grands lacs sont : *Botryococcus Braunii, Sphaerocystis Schroeteri*, qu'on trouve dans tous les lacs.

Les suivantes sont très répandues, mais ne paraissent pas aussi caractéristiques.

Stichogloea olivacea (Genève, Joux, Neuchâtel, Majeur, Lugano, Come, Bienne, Annecy, Bourget, etc.).

Oocystis lacustris (Bourget, Annecy, Genève, Bienne, Neuchâtel, Morat, Joux, Thoune, Majeur, Varèse).

Raphidium Braunii var. lacustre (Genève, Bourget, Joux, Neuchâtel, Bienne, Morat, Zoug, Majeur).

Closterium Nordstedtii (Genève, Annecy, Neuchâtel, Bienne).

Parmi celles qui sont moins constantes, il faut citer :

Nephrocytium Aghardianum, Cosmarium Scenedesmus, Dactylococcus lacustris, Hyalotheca et dans les lacs insubriens *Dictyosphaerium pulchellum, Coelastrum reticulatum.*

Les *Pediastrum,* les *Scenedesmus,* les Volvocinées, cités par les auteurs n'y sont que des formations adventices. La flore chlorophycéenne *habituelle* de nos grands lacs est donc très peu variée et pauvre.

Les lacs-étangs ou les étangs ont une flore chlorophycéenne plus abondante quoique parfois peu variée. Ainsi au lac-étang de Muzzano (Tessin), le *Pediastrum clathratum* et le *Coelastrum cambricum* sont extrêmement abondants. Au lac-étang de Bret le *Coelastrum verrucosum* l'emporte ; au lac-étang Tannay les *Pandorina morum,* les *Oocystis* et le *Lagerheimia genevensis* sont nombreux

Quant aux bassins plus petits ils peuvent être d'une richesse exceptionnelle.

Ainsi une mare au Salève m'a fourni les espèces suivantes: *Eudorina elegans, Chlamydomonas pertusa, Lobomonas Francei, Pteromonas sinuata, Pteromonas Chodatii, Gonium sociale, Pediastrum Ehrenbergii, Dictyosphaerium pulchellum, Scenedesmus curvatus, Hofmania appendiculata, Scenedesmus opoliensis, Polyedrium trigonum, etc., etc.*

Dans un étang semblable, celui de l'Ariana (Genève), j'ai rencontré une vingtaine de Chlorophycées; dans un autre, au Danemark, une trentaine [1]).

Ce qui frappe l'observateur quant il compare les listes établies pour le Plancton des mares et des bassins dépourvus de végétation phanérogamique et par conséquent peu tourbeux, c'est la pauvreté en espèces de Desmidiées, si abondantes dans les eaux riches en matières humiques.

Parmi les Euchlorophycées rencontrées dans les bassins tourbeux je dois citer: *Coelastrum proboscideum, Sphaerocystis sudetica, Scenedesmus costatus, Scenedesmus hystrix, Pediastrum clathratum.*

Dans les régions plus élevées on voit apparaître le *Pediastrum tricornutum.*

Parmi les Chlorophycées, ce sont presque exclusivement les Volvocinées et Protococcacées qui mènent une existence planctonique. On peut y adjoindre quelques Confervoïdées. Toutes les autres peuvent être accidentellement pélagiques; arrachés de leur substratum primitif, elles s'accroissent et se divisent cependant. C'est ainsi qu'on rencontre très communément les Ulothriciacées, les Palmellacées, les Confervacées, les Oedogoniées et les Conjuguées constituant des échevaux denses de filaments suspendus dans l'eau des marécages par les bulles d'oxygène qu'ils exhalent au soleil ou soutenus, lorsqu'ils sont isolés, par leur ténuité et la résistance qu'offre à la chute leur grande surface.

On trouve parfois en plein lac Léman des filaments isolés de Spirogyre et de Mougeotia. Dans les étangs du Nord, j'ai constaté une Ulothriciacée pélagique à filaments spiralés, le *Gloeotila contorta* (Lem.) nob. La ténuité de ses filaments lui permet, jointe à sa disposition spiralée, de se maintenir plus facilement suspendue; de là sa fréquence.

Mais les vraies algues planctoniques sont les Protococcaccées et les Volvocinées.

Ces dernières, grâce à leurs cils, peuvent se maintenir au niveau utile. Sensibles à la lumière et à l'oxygène, elles s'approchent de la surface ou s'en éloignent. Leur forme en obus leur permet de fendre l'eau facilement. Parfois elles développent des appareils de flottaison particuliers.

[1]) R. Chodat, *Sur trois genres nouveaux de Protococcoïdées et la florule planctonique d'un étang du Danemark,* Mémoires de l'Herbier Boissier, mai 1900.

Chez les unicellulaires la membrane, en s'éloignant du corps, diminue le poids spécifique (*Sphaerella*); le corps en s'aplatissant en lentille devient meilleur nageur (*Pteromonas*, *Phacotus*). Une curieuse adaptation est celle qui est réalisée dans le genre *Brachiomonas*. Le corps est aminci en avant comme dans les Chlamydomonas, mais la membrane va s'étalant en 4 bras aigus disposés en parasol, tandis que le corps est de nouveau aminci vers l'arrière. Cette disposition doit être évidemment également favorable à la propulsion comme à la suspension lorsque la marche est suspendue ou ralentie.

La disposition tabulaire ou en radeau des *Gonium* est évidemment favorable à la suspension.

On ne voit point de disposition particulière dans les *Pandorina*. Les *Eudorina* se meuvent en dirigeant leur ellipsoïde, selon son grand axe, vers le pôle antérieur. Quant aux *Volvox*, le grand développement de la gelée doit leur faciliter la suspension.

Chez les Protococcacées passives, puisqu'en général elles ne développent à aucun moment des appareils propulseurs, la flottaison est obtenue par des procédés variés.

La forme arrondie qui correspond à la surface minimum n'est presque jamais conservée chez les espèces à cellules isolées. Ces plantes tendent à augmenter leur surface proportionnellement à leur masse.

Des cellules arrondies groupées en sphère creuse, comme dans les *Coelastrum*, réalisent une disposition déjà relativement avantageuse.

Je ne connais, en fait de Protococcacés pélagiques arrondies, que les suivantes : *Eremosphaera* (des tourbières) et *Halosphaera* (marin).

Les autres, soit isolées, soit groupées en colonies, sont adaptées à la vie flottante par les particularités suivantes qui toutes, plus ou moins, diminuent les chances de chute.

A. Gélification qui produit une augmentation de la surface tout en diminuant le poids spécifique.

a. type bacillaire : *Raphidium Braunii* var. *lacustre*.

b. type rayonnant : *Dictyosphaerium Ehrenbergii*.
et *D. pulchellum*.

b. type sphérique : *Sphaerocystis Schroeteri*, combiné avec le type rayonnant.
Sphaerocystis sudeticus. Chod.
Nephrocytium Aghardianum.

c. type tabulaire ou lenticulaire.
Selenoderma.
Oocystis lacustris.
Stichogloeoa olivacea.
Dactylococcus lacustris.

B. Point de gélification.

a. type bacillaire

court : *Dactylococcus* (Scenedesmus).
Actinastrum (à l'état unicellulaire).

long : *Raphidium Braunii.*
Schroederia.

aciculaire : *Raphidium longissimum.* Schroed.
Schroederia.

b. type rayonnant

* cellules isolées munies de prolongements aciculaires de la membrane.
Golenkinia, Chodatella, Lagerheimia, Polyedrium spec.

** cellules agrégées, simplement rayonnantes.
Actinastrum Hantzchii, Raphidium (fasciculatum) *Selenastrum Bibrayanum, Kirchneriella contorta, Dimorphococcus* sp.

*** cellules agrégées rayonnantes et pourvues de soie ou d'aiguillons rayonnants.
Richteriella, Sorastrum.

c. type sphérique.

* cellules isolées, grandes : *Eremosphaera.*

** cellules agrégées en sphère pleine : *Hariotina.*

*** cellules agrégées en sphère creuse : *Coelastrum microporum, C. sphaericum, C. verrucosum, C. cubicum, C. proboscideum, Hydrodictyon.*

c. type *tabulaire* ou linéaire.

* tabulaire.

* cellules isolées : *Polyedrium minimum, P. caudatum, Oocystis spec.*

b. cellules agrégées.

table continue :
Euastropsis, Pediastrum Ehrenbergii, P. Boryanum, Scenedesmus alternans, Tetrastrum, Scenedesmus costatus.

tables réticulées :
Crucigenia rectangularis, C. fenestrata, Crucigenia Hofmaniana, Actinastrum Hantzschii, Pediastrum (*clathratum*) *duplex.*

d. type linéaire.

cellules disposées en série linéaire

droite : *Scenedesmus obliquus, Radiofilum, Hormospora, Gloeotila spiralis, Bumilleria, Conferva,* beaucoup de Desmidiées (Hyalotheca).

spiralée : *Ophiocytium cochleare, Gloeotila spiralis.*

Il semble justifié de supposer que ces divers agencements soient

des adaptations à la vie flottante. En effet, on les retrouve chez beaucoup d'autres plantes qui appartiennent aux mêmes formations.

Ainsi, chez les Diatomacées, on retrouve sans peine les principales dispositions que nous venons de signaler, si l'on s'adresse aux espèces *pélagiques.*

Du type gélifié sont les Cyclotella avec leurs bandes tantôt droites, tantôt spiralées, tantôt en spirale surbaissée.

Du type non gélifié :

bacillaire sont les *Synedra longissima,* les *Diatoma,* etc.

bacillaire aciculaire et muni de soies :

les *Rhizolenia* (dont l'espèce *R. longiseta* est typique pour le Plancton d'eau douce).

rayonnant :

Asterionella formosa, avec ses cellules disposées en étoile, *Tabellaria fenestrata.*

linéaire rubané :

Fragilaria crotonensis, Diatoma Ehrenbergii, etc.

tabulaire :

Cyclotella, Cymatopleura; renforcé de piquants, *Stephanodiscus Astraea,* etc.

On pourrait établir la même comparaison avec les Cyanophycées et les Desmidiées.

Il est à remarquer cependant que la perfection dans l'adaptation à la vie flottante n'a pas nécessairement permis aux Protococcacées de conquérir le large. J'ai montré que la plupart et celles parmi lesquelles les plus remarquables de ces adaptations ont été réalisées, sont étrangères à l'eau des grands lacs. Cette eau très pure, très claire, ne semble pas leur convenir.

Une seule d'entre elles a acquis une particularité qui lui permet de flotter en toute occasion. C'est celle qui consiste, dans le *Botryococcus Braunii,* à produire une assez grande quantité d'huile qui serve de flotteur. Cette algue, dans les pêches, se maintient flottante, tandis que les autres tombent assez rapidement au fond du vase.

Cryoplancton.

On peut établir pour ces algues de la neige une petite catégorie spéciale, car plusieurs n'ont été jusqu'à présent rencontrées que dans ce milieu.

Parmi les Volvocinées le *Sphaerella nivalis* est la plus commune ; Lagerheim leur a adjoint plusieurs espèces de *Chlamydomonas* mais dont l'étude est trop incomplète pour qu'on puisse avoir une idée nette sur

leurs affinités avec l'algue spécifique des neiges le *Sp. nivalis* qui n'est peut-être qu'un *Chlamydomonas.*

Cette algue a une immense extension, car on l'a trouvée dans les régions arctiques, les Alpes, les Carpathes, les Andes, les régions antarctiques. Le *Raphidium nivale* Chod. a une semblable extension.

A ces deux algues il faut associer une Desmidiée, l'*Ancylonema Nordenskiöldii,* découverte par Berggren dans les neiges du Grönland. qu'elle colore en brun, et retrouvée par Lagerheim dans les Andes et par moi dans le massif du Mont-Blanc.

Avec un *Cosmarium* et des zoospores de *Cystococcus* (*Pleurococcus vulgaris Menegh.*), ces quelques plantes constituent la florule nivale la plus étendue.

En examinant la neige noire de plusieurs stations dans les montagnes qui entourent Genève, j'y ai constaté la présence d'un organisme coloré en jaune-orangé le *Pteromonas nivalis* Chod.

De Lagerheim et surtout Wittrock ont étudié à plusieurs reprises la florule des neiges arctiques.

Epiphylles, Epiphytes, Endophytes.

Bibliographie.

Wille, *sur Pleurocladia lacustris.* B. d. d. bot. Ges. XIII, 93, Id. 95; Mœbius, Notarisia 1890.

Correns, *Eine neue braune Süsswasseralge* (Naegeliella sur Cladophora), Ber. d. d. bot. Ges. 10, 620.

Hansgirg. Sitzbericht der K. böhm. Ges. d. Wiss. Mathem. Naturwiss. Classe. 1890, 34. 2 pl. *(Endophytes).*

Lemmermann, Plœn III, 1895, *Endophytes dans mucus de Schizochlamys* (Coleochaete divergens, Chaetonema irregulare, Oclochaete bicornis).

Klebs, *Beiträge zur Kenntnis niederer Algenformen,* Bot. Zeit. 1881 (*Endophytes*).

Cohn. *Parasitische Algen,* l. c. I, 1875, II, 87 (*Endophytes*).

Karsten, *Untersuch. über die Familie der Chroolepid.,* Ann. Jard. Buitenzorg, X, *(Epizoïsme).*

Potter, M. C. *Note on an Alga growing on the European Tortoise.*

Peter *(sur le même sujet),* Bot. Centralblatt. Band XXVIII, 1886, 25.

Lemmermann, Forschbericht. Plœn III, 1895, p. 37, *Batrachospermes* sur Limnées, Planorbis, Paludina; *Cladophora,* sur Unio et Anodonta.

Bohlin. *Zur Morphologie und Biolog. einzell. Organismen,* in Ofversigt af Kongl. Vetenskap. Akad. Forhdl. 1897.

Schrœder, *Neue Beiträge zur Kenntniss des Riesengebirges,* F. B. Plœn, VI.

Schorler, *Die Vegetation der Elbe bei Dresden und die Bedeutung für die Selbstreinigung des Stromes, Zeitschr.* f. Gewässerkunde 1898.
Richter, Flora XXV, 1892, 2 Pl. *(adaptation des algues d'eau douce à l'eau salée).*
Istvanffi, Balaton-See, *Resultat der wissenschaftlichen Erforschung.* Zweiter Band, zweiter Teil. Wien 1898.
Tilden J. *Some west american thermal algae,* Bot. Gaz. vol. XXV, 1898.
Bohlin, K. *zur Morphologie und Biologie* l. c. 524 *(Sphagnophiles, submarines, pluviales).*

Plancton [1].

Schrœter, C. und Kirchner, *Bodenseeforschung,* 1898.
Schrœter C. *Die Schwebeflora unserer Seen,* Neujahrsblatt, Zurich, 1898.
Chodat, *Etudes de biologie lacustre,* Bull. de l'Herb. Boissier, 1898, I et II.
Apstein, *das Süsswasserplankton,* Kiel, 1896.
Zacharias, *Forschungsberichte der biolog. Station, Ploen,* (se continue).
Schrœder, *Planktolog. Mitteilungen,* Biol. C. B., XVIII, n° 14, p. 331.
Schrœder, B. d. d. bot. Ges. Bd. XV, Tab. XVII.
Garbini, *Un pugillo di Plancton del lago di Como,* Venezia, 1898.
Zacharias, Forschunsberichte der biol. Stat. Plœn. (*Limnoplancton, Heleoplancton* [Teichpl.]).
Lemmermann, Bot. C. B., 1898 (*Ulothrix limnetica,* lac de Come).
Schmidle, in Kneuker bot. Zeitschr. 1897, 7-8.
Lagerheim, de, *Bidrag till Känomedon om snöflora i. lullea Lappmark.*
Lagerheim, *Ein Beitrag zur Schneeflora Spitzbergens,* Nuova Notarisia, 1894.
Rostafinski, Bot. Zeit. 1881, 465 (*Chlamydomonas de la neige*).
Perty, *zur Kenntnis kleinster Lebensformen* (*Hysginum nivale*), Bern, 1852.
Lagerheim, *Schneeflora des Pichincha,* B. d. d. bot. Ges. 10.
Bohlin, *Snöalger fran Pite Lappmark,* Botaniske Notiser 1893 (Cerasterias nivalis).
Chodat, *Flore des neiges du col des Ecandies,* Bull. de l'Herb. Boiss. 1896, Tab. IX.

Dispersion.

Le moyen de dispersion le plus à la portée des algues c'est l'eau. Des neiges des hauteurs elles sont emportées par les ruisseaux jusque dans les rivières, les lacs et les fleuves. Leurs zoospores les disséminent à une courte distance. Les oiseaux aquatiques en emportant la vase vont répandre au loin les germes qui y étaient contenus. Enfin les algues, grâce à la particularité qu'elles possèdent de produire des hypnospores végétatives ou sexuelles (œufs) qui leur permettent de

[1]) Cette liste est très incomplète; je n'ai indiqué que quelques travaux essentiels ou qui se rapportent à la Suisse.

supporter la sécheresse peuvent (elles le sont certainement) être disséminées par le vent comme le sont les spores des Fougères ubiquistes et des lichens. Mœbius a montré aussi que les coléoptères aquatiques peuvent être les agents de transport des algues. Il a en effet trouvé dans les articulations de leurs pattes un assez grand nombre de Chlorophycées.

Ainsi s'explique cette aire immense qu'occupent les espèces des Euchlorophycées, les plantes les plus ubiquistes qu'il soit possible d'imaginer.

Bibliographie.

Bailey (Mœbius). *Contribut. to the Flora of Queensland* ex. Dep. Agric. Brisb. Bull. nº 20, Botany nº 81.

West, *Freshwater alg. of Madagascar*, Linn. Soc. Transact. vol. V, p. 2.

Borge, *Chlorophyc. von N. Russland*, ex. Bihang till. K. Svenska. Vet, Akad. Förhandl. XIX.

Schaarschmidt, *Alg. Romaniae* ex. Kanitz Pl. Romaniae seorsim impress.

Migula, Biol. Centr. B. VIII, 1838, 213-17 (1 pl.), (*dispersion par les insectes*).

Lemmermann, Plœn IV. *(algues montagnardes)*.

Schrœder, Jahrb. der Schles. Ges. f. vat. Cult. (*algues des alpes du Tyrol*).

Dickie, *Notes on Alg. from the Amazon. and its tributaries*, Linn. Soc. Journ. 18.

Reinsch, *Polarexpedit. deutsch.* II, 37 fig. et 4 pl., ex. Journ. micr. Soc. 1892, 648.

Nordstedt, *Algues de Nouvelle-Zélande et d'Australie*, Svensk. Vetensk. Akad. Förh. XXII, 1838.

Klebahn und Lemmermann, *Vorarbeiten zu einer Flora des Plœnerseengebietes*, Forschber. Plœn, VI, 1895.

Zacharias, *Ergebnisse biolog. Excurs. an die Hochseen des Riesengebirges*, F. B. Plœn, IV.

Debray, *Algues du Maroc, d'Algérie et de Tunisie.*

Bohlin, *Alg. der I*st *Regnellschen Exped.* Bihang till K. Svenska Akad. Handl. XXIII.

Turner, *Fresh water algae of east Ind.*, Kongl. Svens. Vet. Akad Förh. 25, 5.

Wille, *Ferskvandsalger fra Novaya Semlja; Id. Bidrag till Sydamer. Algflora*, Bihang till K. Vet. Ak. T. B. 8, 1.

Lagerheim, *Bigdrag till Sveriger algfl.*, Ofversigt af K. Vet. K. A. Förh. 1883.

Schmidle, *Algen aus den Hochseen des Kaukasus.*

Wille og Rosenvinge, *Alg. fra Nov. Semlja og Kara-Havel.*

Lagerheim, *Chlorophyc. aus Abessinien und Kordof.* Nuova Notarisia 1893.

Mœbius, *Brasilianische Algen*, B. d. d. b. Ges. 10, 17; *Beitrag zur Kenntnis der Algfl. Javas*, B. d. d. bot. Ges XI, 118.

Wildemann, de, *Prodrome de la flore algologique des Indes néerlandaises*, Batavia 1899.

Classification des Algues vertes.

Chlorophycées.

A. Euchlorophycées.

Cellules isolées ou en colonies, ou disposées en filaments simples ou ramifiés; multiplication par zoospores uni-, bi-, quadri- ou pluriciliées ou par spores; cellules uninucléées, rarement tardivement plurinucléées; filaments cloisonnés; gamètes 1-2-4 ciliés.

B. Conjuguées.

Cellules isolées, alors ordinairement dimidiées, à deux parties symétriques ou disposées en filaments simples uninucléés; zoospores absentes; reproduction par division végétative, point de spores ni zoospores; conjugaison par gamètes immobiles, non ciliés.

C. Siphonées.

Thalle continu à tout âge, plurinucléé non cloisonné acellulaire; conjugaison absente; zoospores pluriciliées ou bi ou uniciliées, gamètes unis ou biciliés; parfois très différenciés.

A. Euchlorophycées.

I. Pleurococcoïdes.

Algues unicellulaires ou en colonies, ou en filaments simples ou ramifiés, ou en thalle mono- ou bistromatique; cellules uninucléées (au moins au début) à un ou plusieurs chromatophores ordinairement munis de pyrénoïdes, rarement sans pyrénoïdes et alors unicellulaires; zoospores dans les cellules non différenciées en sporange distinct des cellules végétatives dès le début, ordinairement à deux cils, rarement à quatre cils, parfois point de zoospores, celles-ci remplacées par des spores et des autospores; isogamie, hétérogamie et sexualité bien définie ou agamie.

II. Chroolépoïdes.

Rarement unicellulaires, ordinairement filaments ramifiés irrégulièrement ou concrescents en thalle discoïde; sporanges différenciés, à zoospores biciliées; chromatophores plusieurs, sans pyrénoïdes, sans amidon. Souvent hématochrome remplissant les cellules, isogamie; plantes ordinairement aériennes.

III. Confervoïdes.

Unicellulaires, en colonies ou en filaments non ramifiés; cellules souvent asymétriques; uninucléées (au moins au début) à plusieurs chromatophores, sans pyrénoïdes, souvent olivâtres, jaunâtres ou livides; zoospores dans des cellules non différenciées en sporange distinct, 1-4 ciliées.

IV. Oedogonioïdes.

Filaments simples ou ramifiés, à cellules uninucléées, à chromatophore unique à plusieurs pyrénoïdes; zoospore unique naissant dans des cellules non différenciées en sporange, munie d'une couronne de cils; œuf immobile dans un oogone fécondé par des anthérozoïdes semblables aux zoospores, mais plus petits.

V. Cladophoroïdes [1]).

Filaments ramifiés cloisonnés; chaque article a 2-plusieurs noyaux; chromatophore à pyrénoïdes; cellules grandes; zoospores très nombreuses par article, naissant aux dépens des cellules quasi-végétatives non différenciées, petites, biciliées; isogamie.

Il m'est facile de justifier cet arrangement qui répond aux affinités naturelles.

J'ai dénommé la première série: Pleurococcoïdes d'après le genre *Pleurococcus,* où l'on rencontre tous les états principaux réalisés dans cette série: 1° l'état unicellulaire; 2° filamenteux; 3° thalleux, avec ou sans pyrénoïdes, à zoospores ou gamètes biciliés. On peut aussi et je l'ai déjà souvent dit, saisir avec netteté le sens de l'évolution qui entraîne les Palmellacées vers les Volvocinées, d'une part, vers les Monostromacées les Ulothriciacées, d'autre part; les Protococcaccées en réalisent l'état sporangial; de ces dernières aux Coléochaete il y a une série naturelle bien définie.

Dans cette série, la sexualité s'organise à des niveaux bien divers. Les Protococcacées sont isogames ou asexuées; les Ulvacées isogames comme les Palmellacées; tandis qu'à deux reprises chez les Volvocinées la sexualité apparaît, soit chez *Chlamydomonas,* soit chez *Eudorina* et *Volvox.*

De même qu'on ne saurait séparer les *Eudorina* et les *Chlamydomonas* des autres Volvocinées, de même il serait absurde de ne pas joindre le genre *Cylindrocapsa* aux Ulothriciacées, dont il paraît ne représenter qu'un type sexué.

Les Chétophoracées sont isogames, sauf le genre *Aphanochaete,* qui permet de concevoir l'origine de la sexualité chez les Coléochaetées. La

[1]) La place des Sphéropleacées est encore incertaine; on pourrait provisoirement les considérer comme des Cladophoracées sexuées.

différenciation sexuelle marque évidemment un progrès, mais ce dernier s'est réalisé parallèlement dans les diverses séries.

Presque jamais dans ces Pleurococcoïdes la zoospore ne naît dans des conceptables différenciés dès le début exclusivement pour cet usage. Pour ainsi dire chaque cellule est susceptible de devenir zoosporange. Ce n'est guère que dans le genre *Gongrosira* et les genres voisins qu'on observe, mais dans des conditions toutes spéciales, de véritables zoosporanges. Cependant les autres caractères sont tellement semblables à ceux des autres familles qu'il ne convient pas de les en détacher.

Quant aux Chroolépoïdes, qui ne comprennent que la seule famille des Trentepohliacées, elles ont été autrefois réunies aux Chétophoracées; elles n'en ont ni les poils ni les chromatophores à pyrénoïdes; par contre, dans la plupart des espèces, les sporanges sont nettement différenciés et caractéristiques.

Elles n'ont d'ailleurs aucune affinité avec les Confervoïdes, qui ressemblent aux Ulothriciacées et à quelques Protococcacées. La couleur du chromatophore qui est ordinairement d'un vert faux, le métabolisme de leurs zoospores ordinairement uniciliées, l'absence totale de pyrénoïdes et d'hématochrome sont autant de caractères qui les distinguent suffisamment. Ces plantes ont d'ailleurs de réelles affinités avec les Flagellées, tels les *Dinobryon,* les *Synura,* etc.

Quant aux Schizogonioïdes, qu'on a souvent réunies aux Ulothriciacées, elles forment une série naturelle qu'il faudra peut-être un jour sortir définitivement des Euchlorophycées pour les réunir ou les rapprocher des Rhodophycées-Bangiacées. L'absence de zoospores, le mode de formation des thalles rayonnés et la présence de tétraspores dans le *Prasiola mexicana, fluviatilis,* etc., parlent en faveur de ce rapprochement.

I. Pleurococcoïdes.

L. Thalle gélatineux, foliacé ou massif; cellules ordinairement disposées par 4, donnant naissance à des zoospores biciliées. Palmellacées.

Thalle mobile, unicellulaire ou en colonies pluricellulaires mobiles . . . . . Volvocacées.

Thalle immobile, unicellulaire ou en colonies; ordinairement multiplication par spore, rarement zoospores vraies . . . . . Protococcacées.

Thalle muqueux, unicellulaire ou pluricellulaire, en filaments courts ou en disques; une ou plusieurs soies muqueuses sur chaque cellule . . Chétopeltidacées.

Thalle immobile, foliacé, ferme, monostromatique ou bistromatique, homocysté. . . . . Ulvacées.

Filaments non ramifiés, homocystés . . . . Ulothriciacées.
Thalle unicellulaire, thalleux ou filamenteux, ramifié, sans soies ni poils . . . . . Pleurococcacées.
Thalle filamenteux, ramifié, à poils ou à soies . Chétophoracées.
Thalle filamenteux ou en pseudo-parenchyme, soies engainées, sexualité bien définie : oogone et anthéridies unicellulés . . . . . Coléochétacées.

Palmellacées.

Les Palmellacées dans le sens où je les comprends ne comptent qu'un petit nombre d'espèces. La plupart des *Palmella* des auteurs sont des états gélifiés d'autres algues ou présentent trop peu de caractères définis pour pouvoir être maintenues.

Par leur structure cellulaire, leurs éléments mobiles, elles se rattachent très étroitement aux Volvocacées dont elles ne représentent que les types immobiles. On peut d'ailleurs confondre souvent les états

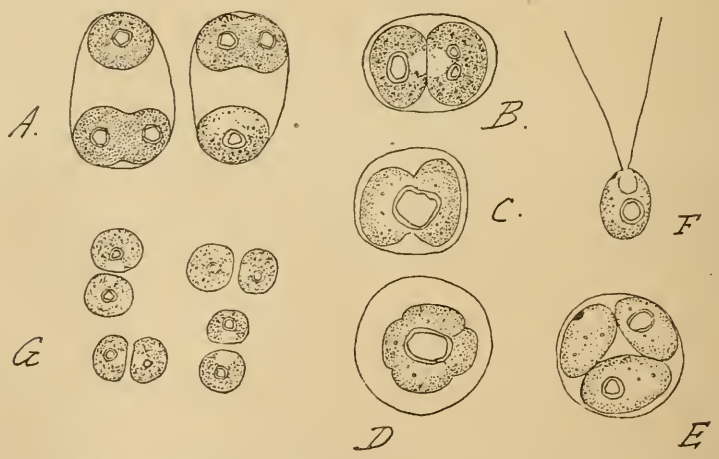


Fig. 46. — *Tetraspora gelatinosa* — Divers états de division ; A—D —. E. Zoosporange. F. Zoospore.

immobiles et gélifiés de ces dernières avec des *Palmella*. D'autre part, elles sont tout aussi voisines des Ulvacées, auxquelles elles sont reliées par le genre *Monostroma*. Enfin, chacune de leurs cellules peut réaliser une phase *Protococcus*, ce qui les ramène vers ces unicellulaires. Ces multiples affinités en font le groupe le plus important des algues au point de vue évolutif. La science d'aujourd'hui n'a pas la prétention de donner la clef parfaite du système évolutif; elle peut

soulever des hypothèses, souvent fécondes, qui nous approchent toujours plus près de la certitude. Or, dans l'état actuel de la science algologique, les Palmellacées représentent le mieux un type nodal, point de départ de séries divergentes. Leur plasticité et leur indéterminisme leur permettent de réaliser, selon les circonstances, les états principaux qui caractérisent les diverses séries algologiques.

A leur état principal, ces plantes se présentent sous la forme de croûtes ou de thalles gélatineux souvent considérables, mais sans forme arrêtée. Le thalle des *Tetraspora* forme une gelée tremblante d'un vert pâle. Il contient des cellules arrondies ou elliptiques isolées et d'autres cellules groupées par 2, par 4, 6 ou par 8 (fig. *G*). Leur chromatophore est en cloche et possède un gros pyrénoïde. Chacune de ces cellules est entourée d'une ou de plusieurs membranes spéciales qui se continuent dans la gelée commune homogène. C'est à l'intérieur de cette membrane spéciale que se fait la segmentation, après division du noyau et du pyrénoïde (fig. *A, B*). Les deux nouvelles cellules sont séparées par une membrane semi-gélifiée, qui n'est peut-être que la transformation de la membrane plastique entourante. La membrane de la cellule mère ne se rompt pas, mais s'accroît et persiste encore pendant longtemps. Les deux cellules s'écartent le plus souvent par la production d'une gelée abondante. Très souvent la division ne se continue d'abord que dans l'une des cellules filles; on obtient alors les triades figurées. Le groupement définitif sera alors souvent celui représenté dans la fig. *G*.

Il peut cependant arriver souvent que la division se fasse également et symétriquement; alors les groupes sont réguliers. La division de la cellule est en réalité indépendante de celle du pyrénoïde. On voit parfois (fig. *C, D*) des divisions par 2 et par 4 sans multiplication *préalable* correspondante du pyrénoïde.

Chacune de ces cellules possède deux pseudo-cils[1]) (fig. 3, *A, B, C*, p. 14) qui ne sont visibles qu'après coloration ou fixation. Elles peuvent, selon les circonstances, abandonner la gelée et errer comme zoospores. Ces dernières ressemblent extrêmement aux états nus et mobiles des Volvocinées et ne sauraient en être distinguées.

Chez *Palmella miniata,* la division végétative se fait d'une manière analogue; les cellules sont plus petites, mais le développement est le même (fig. 47, I– VII).

Si la division se continue comme il a été dit, le thalle deviendra monostrome, c'est-à-dire à une couche; chez *Palmella,* la division des cellules se faisant d'une manière très irrégulière, le thalle est massif et informe.

---

[1]) Découverts pour la première fois par Thuret.

Chacune des cellules peut passer par l'état de sporange en durcissant sa membrane spéciale. Les produits de la division resteront nécessairement enfermés dans la cellule mère arrondie, le *Sporange*. Selon le nombre de divisions successives, ce sporange contiendra 2, 4, 8, 16, 32 zoospores ou gamètes qui deviendront libres par rupture de la membrane entourante. Au début, il n'est pas possible de distinguer une simple division végétative de la division sporangiale, mais bientôt la disposition des cellules filles retenues par la membrane passe de la disposition sur un plan (*tétrasporoïde*), à la disposition *tétraédrique* ou *sporangiale*. En outre, les lamelles séparatrices entre les produits de la division se gélifiant fortement ou se dissolvant, l'indépendance des produits de la division est réalisée. Chez *Tetraspora*, lorsque la division produit

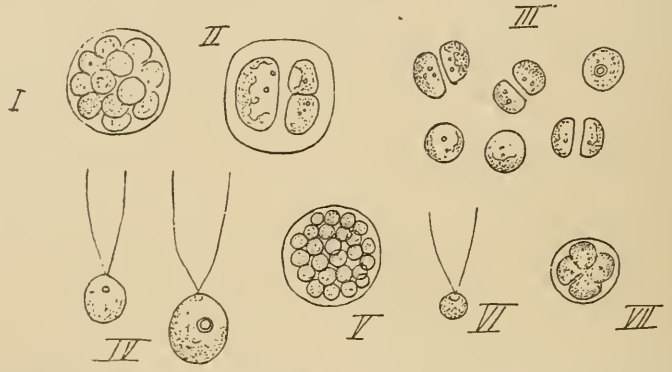


Fig. 47. — *Palmella miniata*. — (Cologny, Avril.) I. Zoosporange. II. Stade de division. III. Disposition des cellules dans la gelée. IV. Micro et macrozoospore. V. Sporange à microzoospores (gamètes ?). VI. Microzoospore (gamète ?). VII. Zoosporange à 4 spores.

plus de 4 éléments, ces derniers sont des gamètes ; on n'a pas encore constaté dans ce genre de sporanges à éléments très nombreux. Au contraire, j'ai pu constater chez *Palmella miniata* des sporanges à 32 et 64 éléments mobiles, ainsi des macro- et des microzoospores, le nombre des produits de la division étant parfaitement indéterminé.

Les *gamètes* de *Tetraspora* sont égaux et résultent d'une triple bipartition. Chez *Palmella*, une division aussi peu avancée n'aboutirait qu'à la production de zoospores.

Lorsque, dans des circonstances défavorables, les zoospores de *Tetraspora* s'arrêtent, elles s'entourent d'une membrane résistante et épaisse et constituent des éléments protococcoïdes, les *hypnospores*, états durables qui finissent par se gorger d'huile.

Enfin, les thalles des Palmellacées peuvent passer par un état *Schizochlamys*, c'est-à-dire que chaque cellule s'entoure d'une membrane ferme qui finit par se rompre en plusieurs fractions écailleuses, soule-

vées par la production autour du protoplaste de nouvelles membranes emboitées, plus ou moins gélifiées.

Il faut joindre à ces deux genres la curieuse plante qui a reçu le nom d'*Apiocystis* (fig. 48, *A*—*K* et fig. 4, p. 15.)

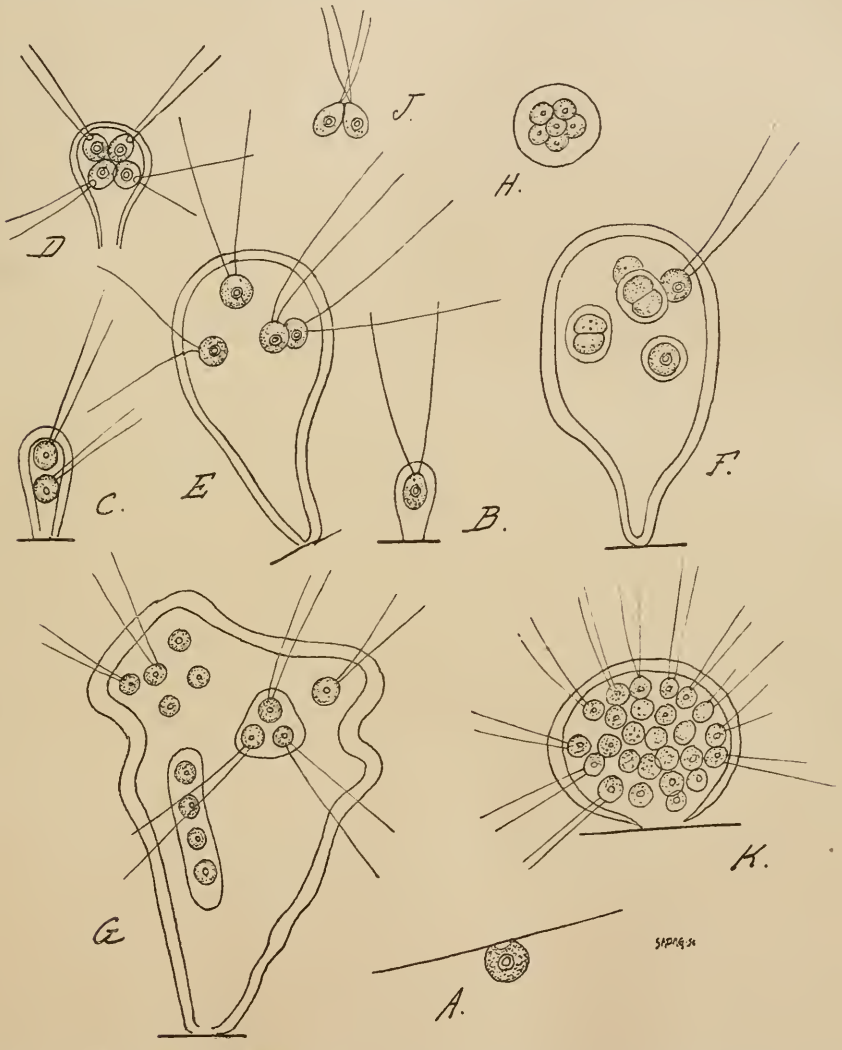


Fig. 48. — *Apiocystis Brauniana*. — A. Zoospore fixée. B. Stade unicellulaire avec deux pseudo-cils. C.—F. Stades divers. F. Avec cellules en voie de division. H. Zoosporange. I. Isogamie. K. Variété. — F. (Chodat). A.—K. D'après Moore.

Ici les thalles sont vésiculeux; fixés sur des plantes aquatiques, ils atteignent jusqu'à 1,4 mm. (Correns) et comprennent alors plusieurs milliers de cellules. Chacune d'elles porte deux pseudo-cils comme les cellules de *Tetraspora*. La structure des cellules est la même. Le sac

gélatineux a une enveloppe externe assez épaisse et remarquable par sa grande réfringence. Chacune des cellules peut se comporter comme celles de *Tetraspora;* zoospores, division tétrasporoïde, sporangiale et état palmella, c'est-à-dire sans cils, s'y rencontrent. Les gamètes (Moore) s'y comportent de même. Enfin, chacune des cellules peut passer

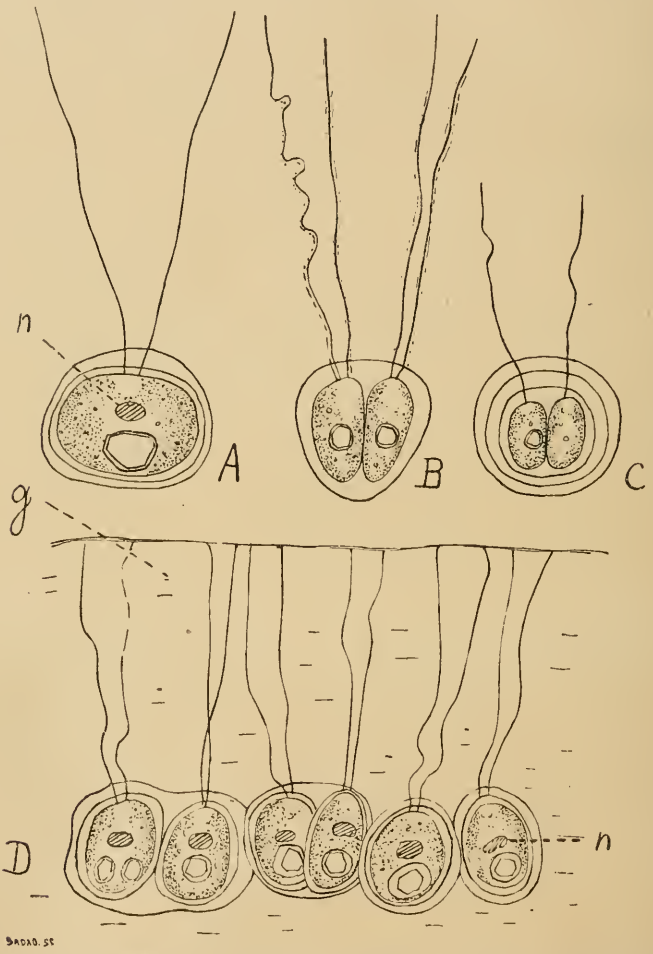


Fig. 49. — *Tetraspora gelatinosa.* — (Genève, Mars 1895). A, B, C. Divers états des cellules en voie de division et munies de leurs pseudo-cils. — *Stapfia cylindrica* (Autriche) cellules régulièrement disposées à la périphérie du cylindre gélatineux et poussant leurs pseudo-cils vers la surface de ce dernier; *g,* manteau périphérique de la gelée; *n,* nucleus.

par l'état d'hypnospore en épaississant sa membrane, qui devient sculptée (v. fig. 36, *E,* p. 59). C'est, au point de vue de la différenciation du thalle, la plus évoluée des Palmellacées.

[1]) M. Moebius a établi un nouveau genre *Tetrasporidium,* voisin de Tetraspora, se basant sur le fait que le thalle est perforé; ce caractère ne suffit pas, car ceci arrive

On peut ranger provisoirement dans ce groupe les *Gloeocystis,* qui sont sans doute des états palmelloïdes d'autres algues, notamment le *G. vesiculosa* Næg. et *G. superba* nob. (*Pleurococcus superbus* Cienkowski). Le *G. areolata* Gay appartient à un groupe très différent.

La plupart des *Palmella* des auteurs sont des états d'autres Chlorophycées. Les descriptions et les études sommaires qui en ont été faites ne suffisent pas pour conclure.

Dans le genre *Stapfia*, établi par nous, le thalle ressemble à celui de certains *Tetraspora* cylindriques, mais la gelée s'est formée de telle façon qu'elle occupe tout l'axe du centre et que les cellules sont disposées en une seule série périphérique. L'affinité étroite qui relie ce genre à *Tetraspora* est non seulement indiquée par le mode de multiplication, qui est identique, mais aussi par la présence de pseudo-cils (fig. 49, *D*, p. 106).

Quant à *Sphaerocystis,* c'est un type adapté à la vie flottante dans les lacs. Le thalle libre y est naturellement sphérique. Toute la morphologie cellulaire de ce genre répète en petit ce qui a été indiqué pour les précédents (fig. 41, *A—G,* p. 64). On y rencontre également des stades *Schizochlamys* et des enkystements (hypnospores).

Cette famille des Palmellacées, ainsi comprise, devient très naturelle. Elle ne correspond évidemment pas aux Palmellacées de Rabenhorst, dans lesquelles l'auteur faisait entrer *Pleurococcus, Schizochlamys, Dictyosphaerium, Mischococcus, Stichococcus, Nephrocytium, Raphidium, Hydrurus,* etc. qui appartiennent à des groupes très divers.

Il en est de même de la famille des Palmellacées de Kirchner (Mikroscop. Pflzwelt. des Süsswassers), qui réunit les genres les plus hétéroclites et qui est basée sur la notion fausse de la division végétative (scissiparité vraie) qui n'est, selon nous, qu'une variante de la multiplication sporangiale.

Cette famille correspondrait mieux à celle des Tétrasporacées de Wille (Nat. Pflzenfamil.) ; malheureusement cet auteur y fait entrer *Dictyosphaerium, Botryococcus, Hormotila, Mischococcus* et *Oocardium,* qui ne sauraient être considérées comme voisins des vraies Palmellacées.

Cette famille naturelle constitue le lien qui unit les Volvocinées aux autres algues. Elle permet également de saisir l'affinité des Ulvacées avec les *Tetraspora* et, par la production de sporanges, qui passent par toutes les dégradations possibles jusqu'à ce qu'on a nommé la division végétative, fait comprendre les modifications si profondes dont le sporange des Protococaccées est le siège.

---

souvent chez les *Tetraspora.* Quant au périplasma qui entourerait les spores, ce ne peut être que l'effet d'un réactif (v. B. d. d. b. Ges. XI. 118).

[1]) C'est à cette espèce qu'il faut rattacher un état palmelloïde d'*Hydrocytium* de Cienkowski, zur Morphol. der Ulothr., 530

J'ai considéré ces Palmellacées comme le type primitif de la série des algues vertes. En effet, il réunit en lui et en puissance tous les caractères qui, par leur prédominance, deviendront les traits distinctifs des séries les plus diverses. D'autre part, la plupart des algues vertes passent, à certains moments de leur existence et *selon les conditions,* par des phases palmelloïdes.

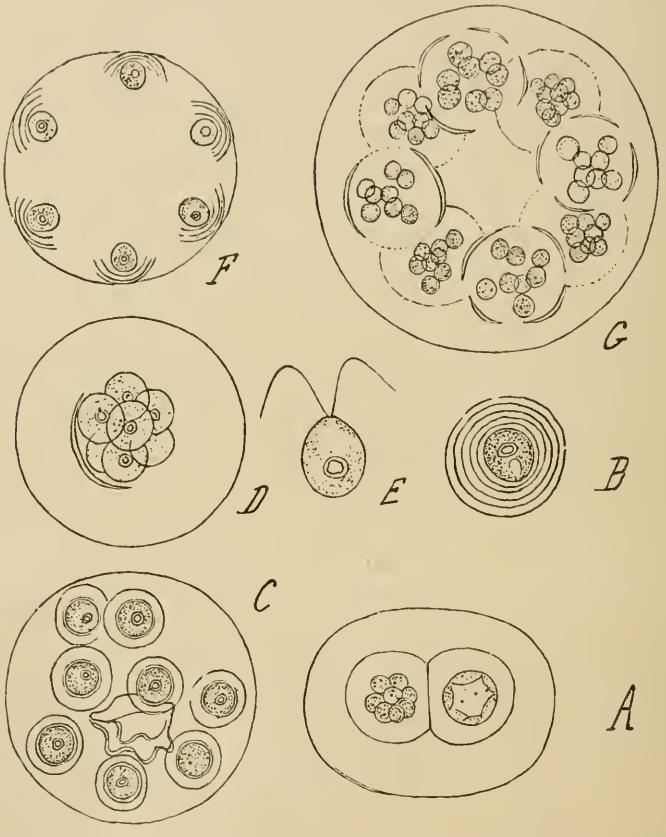


Fig. 50. — *Sphaerocystis Schroeteri.* — G. Etat *Schizochlamys.* — C. Cellules en partie enkystées, en partie gélifiées, au centre la membrane déchirée d'un ancien kyste. D. Kyste rompu.

On peut aussi en dériver les Volvocinées, qui ne semblent être que des Palmellacées à phase mobile prépondérante.

Les Pleurococcacées et Ulvacées peuvent être considérées comme issues des *Tetraspora* par persistance habituelle des membranes.

Les Protococcacées ont réalisé d'une manière habituelle l'état sporangial.

Il vaut mieux réserver la démonstration de cette théorie pour la justification de la valeur de chacun de ces groupes.

Bibliographie.

Thuret. *Recherches sur les zoospores des algues*, Ann. sc. nat., IIme série, 1842, XVIII.

Reinke. *Ueber Monostroma bullosum und Tetraspora*, in Pringsh. Jahrb. f. wiss. Bot. 1878.

Gay. *Recherches sur le développement et la classification de quelques algues vertes*, Paris, Klincksieck, 1891.

Moore. S. M. *Apiocystis a Volvocinea*, Journ. of the linnean Soc. Vol. XXV, 1890.

Correns. *Apiocystis Brauniana* in Zimmermann, Physiolog. der Pflanzenzelle 241, fig. 1, 2.

Chodat. *Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoïdées*, Bull. Herb. Boiss., 1894.

Id. *Stapfia*, in eodem loco, 1897, Tome V, Tab. 23.

Id. *Sphaerocystis, Etudes de Biologie lacustre*, Bull. Herb. Boiss., l. c.

Palmellacées.

Thalle microscopique ou macroscopique gélatineux; cellules toujours entourées d'une auréole de gelée; chromatophore en cloche échancrée muni d'un pyrénoïde. Cellules groupées par 2, par 4, ou par un multiple de 2 ou 4 dans des membranes gélifiées emboîtées, disposées sur un plan ou selon plusieurs directions. Parfois 2 pseudo-cils par cellule. Chaque élément est susceptible de passer par l'état mobile, zoosporé bicilié comparable à un Chlamydomonas plus ou moins nu.

Reproduction sexuelle par isogamètes biciliés.

Thalle macroscopique :

- α. informe et muqueux . . . . *Palmella.*
- β. membraneux et submembraneux. . *Tetraspora.*
- γ. cylindrique, à axe ferme et gélatineux *Stapfia.*

Thalle microscopique :

- δ. informe, à cellules régulièrement emboîtées à la façon de Gloeocapsa . *Gloeocystis.*
- ε. vésiculeux et fixé, différencié en sac périphérique traversé par les pseudo-cils . . . . . *Apiocystis.*
- λ. sphérique, librement nageant . . *Sphaerocystis.*

Palmella Lyngb. (1819) (Chod. emend.).

Hydrophyt. Danic., p. 205.

Thalle informe, muqueux ou gélatineux, atteignant parfois des dimensions considérables; cellules sphériques multipliées selon les trois directions de l'espace, à membranes muqueuses, hyalines épaissies, dont les emboîtements successifs disparaissent par la gélification intense; chromatophore en cloche avec un pyrénoïde; noyau dans l'échancrure du chromatophore.

Multiplication : 1° par bipartition répétée du contenu avec gélification plus intense (ou croissance?) des membranes de la cellule mère, tantôt dans deux directions, tantôt dans trois; 2° par macrozoospores qui abandonnent le thalle sans division préalable; 3° par microzoospores produites par bi-4-16 partition du contenu d'une cellule devenue sporange; 4° par microgamètes (isogamie).

Le genre *Palmella,* tel qu'il a été établi par Lyngbye, ne correspond évidemment pas à la diagnose que je viens d'en donner. En effet, le *P. cylindrica* Lyng., que De Toni range parmi les « species non satis notæ », me paraît être une espèce de Nostocacée, à cause de la mention *cellulis .. aut submoniliformibus.* Quoiqu'il en soit, on s'est habitué pendant longtemps à regarder comme *Palmella,* la plupart de ces êtres mal définis qui forment un thalle muqueux et dont les uns sont des Cyanophycées, les autres des états dits palmelloïdes d'algues vertes, comme les *Stigeoclonium*, les *Draparnaldia,* etc.

Une seule de ces espèces anciennes est actuellement bien caractérisée et peut servir de type pour le genre réformé, c'est

Palmella miniata Leibl. Flora. 1830, I, p. 338; Kütz. Tab. I, f. 10; Nægeli. Einzell. Algen. Tab. IV, fig. 2. — Fig. nostr. 47, p. 104.

Caractères du genre; thalle cérébriforme, verruqueux, muqueux et souvent mélangé de sable et de débris, de couleur rouge-orangé, minium ou sanguinolent ou même jaunâtre; cellules de 3, 4, 5 μ, orangées ou rouges, ou petites solitaires, ou groupées par 2 ou par 4-8, à enveloppe incolore, trémelloïde, souvent à stries concentriques.

Il s'y développe parfois des cellules hypnospores, à membrane plus épaisse et granulée. J'ai également rencontré des stades Schizochlamys où la membrane était rompue à la façon de *Monostroma.*

Lieux humides, ruisselets, terre humide et pierres à Cologny, Monnetier, Carouge, Bienne (Chodat); Zurich, sur des rochers humides et des poutres submergées (Naegeli).

Obs. Le *P. mucosa* Kützing, qui est commun dans les ruisseaux à cours lent et dont les cellules atteignent de 6 à 14 μ, ne me paraît être autre chose qu'un état jeune

de Tetraspora, la structure des cellules et leur disposition ne permettent pas d'y voir autre chose.

La dimension des cellules cadre également avec celle du *T. lubrica* (Roth.) Ag. (voir Nægeli, l. c. Tab. IV, fig. 1, Id., p. 67).

Le *Palmella uvæformis* Ktz. ne paraît être qu'un état palmelloïde de Chétophoracée (peut-être Draparnaldia); quant au *Palmella Stigeoclonii* Cienk., qui est très commun, son affinité n'est pas douteuse.

Tetraspora Link (1809).

Schrader. N. Journal für Botan. III, 1, p. 9; Reinke. Ueber *Monostroma bullosum* und *Tetraspora lubrica*, 1878 (in Pringsheim. Jahrb. f. wiss. Bot.).

Thalle gélatineux, membraneux ou submembraneux, jeune, en sac puis intestiniforme ou déchiré et plan; cellules sphériques munies de pseudo-cils, réparties sans ordre dans le thalle, mais groupées par 2 ou par 4 en une couche; caractère du contenu des cellules comme *Palmella;* pseudo-cils au nombre de 2 ou de 4 pour chaque cellule.

Multiplication : comme *Palmella* — cellules hypnocystes à membrane brune, épaissie, stratifiée.

Fig. 51. *Tetraspora ulvacea* (Jussy, Genève). — Divers stades de la division cellulaire. *a*, pyrénoïde absent, chromosomes séparés visibles en noir; *b*, id. mais pyréno-cristal encore présent; *c*, étranglement de la cellule; *d*, les deux noyaux réunis obliquement par des filets conjonctifs; *e*, division effectuée, la cellule à gauche a un pyréno-cristal, celle de droite en a trois; *f*, *g*, *h*, *i* montrent l'obliquité des plans de segmentation, noyaux en foncé, pyrénoïdes en clair. D'après des préparations de Mlle Cretier.

T. gelatinosa (Vauch.) Desv. Fl. Anger, p. 18; Ag. Syst., p. 188.

Thalle vésiculeux, en massue ou irrégulièrement étalé, découpé, fixé et flottant, puis libre, d'un vert pâle, 1—20 cm.; cellules de 3—12 μ.

Très commune dans les fossés au premier printemps. Jussy, Douvaine, Divonne, Carouge.

On a distingué par la forme du thalle les espèces suivantes :

1° Thalle plan :

α. lamelleux, bulleux par places . . *T. explanata* Ag.

β. ulvacé, large, lacinié . . . . *T. ulvacea* Kuetz.

2° Thalle plus ou moins vésiculeux :

γ obové, sinueux-bulleux, 2-5-15 cm. long, puis étalé . . . . . *T. bullosa* Ag.

δ. allongé, tubuleux, droit jusqu'à 2 dm. long., 2-10 mm. larg., sinueux, membraneux, mou . . . . . *T. lubrica* Ag.

Je n'ai jamais pu me convaincre de la valeur spécifique de ces formes qui, d'ailleurs, sont très variables.

On les rencontre en Suisse.

T. bullosa Ag., Schaffhouse (Schenk in W. et Sch.); Genève (Vauch., Chod.).

P. explanata Ag., St-Gall (Wartmann).

T. ulvacea Kütz. Plaine des Rocailles (Theobald, Soc. Hall.); fossés, route de Frontenex, Genève (Chod.).

T. lubrica Ag., abondante au premier printemps dans la petite rivière, à Carouge.

Le *T. fusca* Brebiss. diffère du *T. gelatinosa* par sa teinte sordide olivâtre ou brunâtre (ce n'est peut-être qu'une forme de *Hydrurus*).

Moebius (Ber. d. d. bot. Gesellchaft XI, 118) a établi le genre *Tetrasporidium* pour des Tétraspora javanais dont le thalle est régulièrement perforé, mais dont la structure et l'évolution sont ceux de *Tetraspora* (*T. javanicum*). Ce caractère du thalle perforé se rencontre aussi souvent chez nos Tétraspora.

Stapfia Chodat.

Bulletin de l'Herbier Boissier, Tome V, p. 939, Tab. 23.

Thalle gélatineux assez ferme, cylindrique, plein, ni tubuleux ni en sac; cellules disposées à la périphérie du cylindre axial incolore en une seule couche verte.

Structure de la cellule, pseudo-cils et multiplication comme *Tetraspora*.

Stapfia cylindrica L. c. (Wahlb. Ag.) Chod. *T. cylindrica* (Wahl.) Ag. Syst., p. 188; *Ulva cylindrica* Wahlb. Fl. Lapponica, T. XXX, f. I.

Thalle cylindrique ferme, égal ou un peu vésiculeux, sinueux, obtus, 2-15 mm. d'épaisseur, long de 5-25-40 cm., subitement atténué à la base en un stipe court, étroit, muni d'un crampon-disque au point d'attache. — Diam. des cellules, 7-13 μ, cellules hypnospores, 14-22 μ.

L'identité de cette plante avec le *T. cylindrica*, type, de Wahlberg (sub Ulva) ne fait plus de doute pour moi. M. Nordstedt a bien voulu

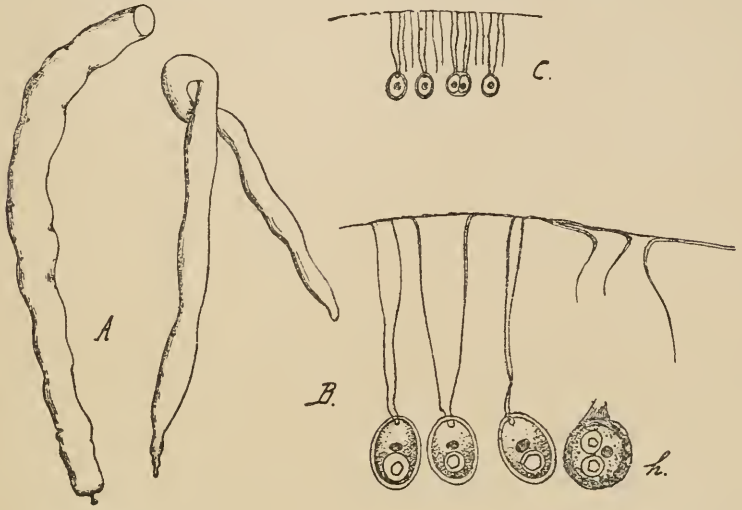


Fig. 52. *Stapfia cylindrica* Chod. — A et B, thalles vermiformes munis d'un petit stipe à la base. B. cellules avec pseudo-cils dirigés vers la périphérie du thalle — *h* hypnocyste.

me communiquer des exemplaires-types de la plante de Wahlberg récoltés dans le nord de la Scandinavie; on y voit le même stipe que chez notre espèce, dont je dois la connaissance à l'amabilité de M. le Dr Stapf et de M. le chef de section Lorentz, de Vienne.

Cette espèce n'a pas encore été signalée en Suisse. Je la connais de la Haute-Autriche et du Nord.

Apiocystis Nægeli (1849).

Einzellige Alg, 69, t. II, A. f. 1; Moore, Journ. of the Linn. Soc. XXV; Correns in Zimmermann, Beiträge zur Morph. und Physiol.

Thalle microscopique, vésiculeux, atténué vers la base, différencié en une membrane entourante assez épaisse et une gelée centrale moins réfringente, fixé sur des végétaux aquatiques, en particulier des algues. Une à un grand nombre de cellules dont la structure et la division sont celles de *Palmella,* disposées sans ordre apparent, à une distance assez grande du sac. Chaque cellule émet deux pseudo-cils qui traversent le sac à double contour et pénètrent dans le milieu aquatique entourés d'une gaine muqueuse transparente.

Multiplication : 1° par division des cellules et accroissement de la vésicule; 2° par zoospores; 3° par isogamie (Moore).

Cellules hypnocystes, à membrane épaissie, brune et verruqueuse.

Apiocystis Brauniana Næg. l. c.

Thalle pyriforme, 12—1500 μ. long.; cellules, 6—8 μ. Caractères du genre (fig. 4, p. 15 et fig. 47, p. 105).

Assez commun dans les fossés et les mares herbeuses. Genève, Jardin botanique, Pinchat, etc.; Zurich (Nægeli).

Dans son développement, l'*Apiocystis* passe par des formes variées. Unicellulaire avec deux pseudo-cils; bicellulaire, puis ∞ cellulaire; le thalle peut être pyriforme, irrégulièrement vésiculeux, sphérique, cylindrique, etc.

var β *Caput Medusæ* Bohlin

(Alg. Regnell., l. c. 10, T. I, f. 5. Fig. nost. 47 K.)

Thalle mûr, globuleux, sans stipe; mares des environs de Genève.

Sphaerocystis Chod.

Etudes de Biologie lacustre. Bull. de l'Herbier Boissier 1897, p. 292 (4), Tab. IX.

Thalle globuleux, librement nageant, entouré d'une gelée hyaline très transparente, contenant un nombre variable de cellules 1-2-8-16- plusieurs centaines; cellules ordinairement disposées vers la périphérie de la colonie, entourées par la gelée générale non différenciée ou différenciée autour de chacune en une auréole simple, double ou à stries concentriques; à un état plus avancé chaque cellule s'étant multipliée forme une boule semblable à l'intérieur de la colonie, qui renferme alors 8-16 microthalles limités par une gelée plus ou moins réfringente, parfois par les débris de la membrane de la cellule mère rompue à la façon d'un *Schizochlamys*.

Structure de chaque cellule semblable à celle de *Tetraspora;* pas de pseudo-cils.

Multiplication : 1° par division gloeocystioïde, soit tétraédrique et séparation des produits de la division par la gelée; 2° division tétrasporoïde; 3° sporangiale, avec rupture de la membrane à la façon de *Schizochlamys;* 4° macro- et micro-zoospores biciliées, sans stigma.

Sph. Schroeteri Chodat. l. c. Tab. 9, fig. 12.

Caractères du genre. Dimensions : diam. des colonies, 1200—50 μ, des cellules, 6 μ—10 μ (fig. nostr. 41, p. 64 et fig. 53 *A - D*).

Pélagique dans la plupart des lacs suisses : Zurich (Schroeter), Genève, Bienne, Neuchâtel, Morat, Thoune, Lucerne, Greifensee, Wallen-

see, Constance, Lugano, Majeur, etc. (Chodat).

Elle a été retrouvée dans plusieurs lacs du nord de l'Allemagne.

Obs. Le *Botryococcus sudeticus* de Lemm. ne paraît être autre chose qu'une espèce voisine de *S. Schroeteri*, où les colonies plus petites sont reliées par des trames de mucus à la façon d'un *Botryococcus* très simple. J'ai retrouvé cette forme dans le lac Champex, où elle est abondante; elle possède un pyrénoïde et tous les autres caractères cytologiques du *S. Schroeteri*.

Quant au *Tetraspora lacustris* de Lemmerman, trouvé dans le lac de Come, ce ne peut être qu'une forme de *Sphaerocystis Schroeteri*, qui y est abondant.

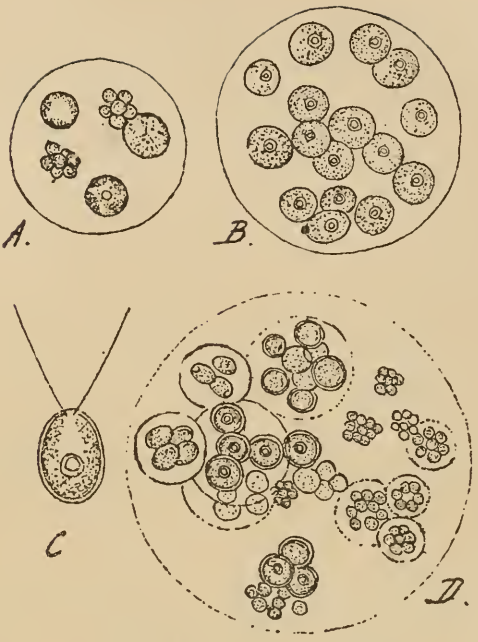


Fig. 53. *Sphaerocystis Schrœteri* Chod. — A. Petite colonie de cellules à divers stades de division. B. Colonie ordinaire. C. Zoospore. D. Grande colonie composée, gloeocystioïde avec cellules enkystées etc. Lac de Genève.

Gloeocystis Nægeli (1849). Einzell. Algen, p. 66, Tab. IV, fig. F.

Thalle microscopique informe constitué par les emboîtements successifs des cellules; cellules sphériques ou un peu ovales, à chromatophore en cloche muni d'un pyrénoïde, sans pseudo-cils, isolées et entourées d'une auréole gélifiée ou divisée et chacune des cellules filles à son tour entourée de même. Ces auréoles sont le plus souvent stratifiées et s'emboîtent à la façon des *Gleocapsa* chez les Myxophycées.

Multiplication par division tétraédrique avec gélification des membranes qui séparent les produits de la division. Zoospores biciliées dépourvues de stigma rouge (Gay, l. c.). Hypnocystes remplis d'huile comme chez les genres précedents. *Gloeocystis* est voisin de *Sphaerocystis,* dont il diffère par l'emboîtement régulier des membranes et par le thalle informe.

G. vesiculosa Nægeli. l. c., t. IV; F. Gay. *Recherches sur quelques algues vertes,* Paris, Klincksieck.

Caractères du genre; cellules 4-12 μ; thalle spécial 15-60 μ, à gelée incolore.

Marécages, sur les plantes aquatiques ou les poutres, bois, etc., assez commun : Lossy, Pinchat, Trélasse, etc., (Chodat). — Zurich (Nægeli). Jardin botanique de Zurich (Hepp. in Rbh. Algen, n° 707 *a*).

On a décrit un certain nombre de Gloeocystis dont la place dans le système est douteuse.

G. rupestris (Lyngb.) Rabh. Fl. Sachs, p. 128, et *G. botryoïdes* Nægeli, l. c. 66, paraissent voisines du *G. vesiculosa*. Le premier a un thalle spécial olivâtre, des cellules globuleuses de 3-5 μ, le second est vert, à cellules petites de 2-4 μ, à téguments indistinctement lamellaires.

Quant au *G. gigas* (Kuetz) Lagh. *(Pleurococcus superbus* Cienkowski), il se reconnaîtra à ses grandes cellules globuleuses ou oblongues de 9-12 μ et aux thalles spéciaux de 45-95 μ.

Il y a encore beaucoup d'incertitude quant à l'autonomie de ces formes, qui ne sont peut-être que des états gloeocystioïdes d'autres algues.

Volvocacées.

Les Volvocacées peuvent être caractérisées comme des Palmellacées à vie errante prépondérante. En effet, la structure intime de leurs cellules ne diffère pas essentiellement de celle des Palmellacées et notamment de *Tetraspora* et d'*Apiocystis*. On pourrait dire aussi que chez ces plantes l'état zoospore est devenu le principal. Elles peuvent vivre isolées ou en cœnobium plus ou moins compliqué. La série principale constituée par *Chlamydomonas*, *Gonium*, *Pandorina*, *Eudorina* et *Volvox* est des plus naturelles. On peut y suivre pas à pas les modifications progressives qui caractérisent l'évolution de la série.

D'autre part, elles possèdent en commun le pouvoir de rétrograder vers des formes simplifiées, Palmella, et les termes inférieurs à leur dignité dans la série. Les genres élevés ont peu d'espèces, les inférieurs et notamment *Chlamydomonas*, un assez grand nombre. L'indépendance des cellules constitue sans doute une condition avantageuse à la variation ; ainsi, tandis que les genres à cœnobium n'ont pas produit de souches secondaires, les Volvocacées unicellulaires sont le point de départ de séries dérivées qui semblent converger vers les Flagellées. La métabolie y est rare; limitée d'ordinaire aux éléments sexués, elle s'accentue chez les Chlamydomonadées à mesure qu'on passe aux formes nues.

En effet la plupart ont conservé, des Palmellacées, l'enveloppe gélifiée même à l'état mobile, ce qui les distingue de ces dernières. Cependant des stades, plus ou moins nus, existent à côté de formes

revêtues (par exemple chez les *Sphaerella).* Le *Chlamydomonas Reinhardi var. intermedia* Chod. est une forme de passage qu'on rencontre fréquemment associée au *Cylindrocystis Brebissonii.* Elle est si remarquable que je la prends comme premier terme.

La plante (fig. 54, *a*) est entourée d'une auréole gélifiée égale. Le chromatophore est, comme chez la plupart des autres espèces de ce genre, en cloche avec une échancrure à l'avant ; un point oculaire rouge est situé dans le tiers antérieur, deux longs cils traversent la gelée et dépassent en longueur le corps tout entier. A l'avant se trouvent deux vacuoles contractiles à pulsations alternantes. Vers le milieu se trouve un pyrénoïde à la hauteur du noyau. Cette structure est celle qui est plus ou moins réalisée chez tous les *Chlamydomonas.*

Fig. 54. *Chlamydomonas Reinhardi* var. intermedia nob. *a—e,* sporulation ; *f—h,* états tétrasporoïdes ; *i,* stade gloeocystioïde ; *j—l,* états larvaires.

La multiplication se fait après que l'algue s'est arrêtée. Le noyau et le chromatophore se divisent selon l'axe principal. Il y a donc primitivement division longitudinale. C'est en effet ce qui est aussi réalisé chez *Tetraspora,* car la division s'y fait constamment dans le plan médian de l'échancrure du chromatophore. Ici cependant la division longitudinale passe rapidement à un cloisonnement oblique (fig. *b* et *c*) et finalement, mais pas toujours, à un cloisonnement transversal (fig. *c*). Les produits de la division sont alors mis en liberté par rupture de la membrane. Le mode de cloisonnement ultérieur est tout aussi indéterminé. S'il y a double bipartition avant la mise en liberté des nouveaux *Chlamydomonas,* ceci peut se faire aux dépens d'une bipartition oblique, puis perpendiculaire à la première, ou aussi par deux segmentations en croix (fig. *c—d*) ; en d'autres termes, la multiplication se fait comme dans un sporange ou à la manière palmelloïde. Les membranes séparatrices étant gélifiées, il n'y a pas de cloisons persistantes. Comme dans le cas précédent, chacune des zoospores peut désormais devenir libre et recommencer la phase mobile un moment interrompue. La multiplication peut ne pas s'arrêter à cette 4-partition. Des états plus

compliqués peuvent dériver par division semblable de stades qu'il est bon de caractériser.

A. Etat palmelloïde ou *tétrasporoïde,* caractérisé par la disposition des éléments de division en un plan et la gélification des membranes séparatrices (fig. 54, *c—h*).

B. Un état *gloeocystioïde* dérivé de l'état *palmelloïde*[1]) dans lequel la disposition des produits est tétraédrique avec production de lames gélifiées emboîtées (fig. 54 *i* et fig. 55 *o—r*).

Ces différentes formations présentent plusieurs stades de passage et c'est pourquoi il n'est pas possible de les différencier complètement.

Enfin, un état des plus curieux réalisé chez ces plantes inférieures est celui auquel l'auteur de ce livre a donné le nom de *larvaire* (fig. 54-55 *j—n*). Ce mode de division a été étudié plus haut. La division ne s'y fait pas après la bipartition première par une nouvelle cloison ⊥ à la première, mais par deux cloisons légèrement arquées dans le même sens. La division ultérieure procède de même par des arcs de même orientation. (Voir pg. 42).

Fig. 55. *Chlamydomonas Reinhardi* var. intermedia nob. — *m—n,* états larvaires; *o—r,* états gloeocystioïdes.

Dans le *Ch. intermedia,* cette segmentation n'a pas toujours lieu avec cette même régularité, mais elle s'en écarte très peu.

Ce mode de développement n'a pas été cité pour les autres *Chlamydomonas,* dont on n'a décrit que la bi- ou tétrapartition végétative.

On a précédemment attaché trop d'importance à la direction définitive du cloisonnement longitudinal ou transversal. On sait depuis lors que le début du cloisonnement se fait parfois selon le premier mode, et lorsque la cloison paraît transversale, c'est qu'elle a tourné de 90° tout en devenant ⊥ à sa première direction. Farmer a décrit des oscillations tout aussi curieuses des plans de segmentation dans les cellules mères des spores des hépatiques. Comme le cloisonnement chez les Volvocacées agrégées se fait toujours longitudinalement, il était intéressant de constater la même tendance primitive chez les Volvocacées unicellulaires.

[1]) Dans les ouvrages on emploie souvent le nom de palmelloïde pour cet état particulier.

On a décrit des *Chlamydomonas* dont la multiplication se fait longitudinalement (*Chl. angulosa* Dill.; *Chl. gigantea* Dill.), tandis que chez *Chl. pisiformis* Dill., le cloisonnement se ferait dès le début par une paroi transversale.

La meilleure preuve du cloisonnement longitudinal est fournie par les Chlamydomonadées doubles, que plusieurs auteurs ont pris pour des gamètes en voie de fusionnement. J'en ai constaté chez *Sphaerella nivalis,* d'autres l'ont cité chez des espèces vertes de plaine. Par cette segmentation longitudinale duement constatée disparaît l'un des caractères principaux proposé par Klebs pour la distinction des Flagellées et des Algues.

Le chromatophore des *Chlamydomonas* est le plus souvent en forme de calotte unie et continue; vers l'avant il y a souvent une échancrure plus ou moins profonde. Quelquefois le chromatophore est fortement épaissi à la base, dans la région qui loge le pyrénoïde. Il peut être à l'extérieur, ou recouvert de verrues en séries qui lui donnent une apparence striée (*Chl. Steinii* Gor.), ou muni d'ailerettes plus ou moins proéminentes (*Chl. Steinii* Gor.), irrégulièrement découpé (*Chl. reticulata* Gor.), ou découpé en lanières (*Chl. Kleinii* Schmidle), ou perforé au milieu par une fenêtre régulière (*Chl. pertusa* Chod.).

Il y a le plus souvent un pyrénoïde; chez *Chl. metastigma* Stein, *Chl. pertusa* Chod.. *Chl. Kleinii* Schmdl., les deux pyrénoïdes sont dans l'axe principal. Dans l'intervalle se trouve le noyau. On rencontre rarement plusieurs pyrénoïdes, (*Chl. grandis auct.*) plus rarement point de pyrénoïde (*Chl. reticulata* Gor.).

Quant aux vacuoles pulsatiles, elles sont ordinairement au nombre de deux; il y en a rarement un plus grand nombre, comme chez *Chl. globulosa* Perty. Dans le premier cas la pulsation est alternante, dans le second cas les 10-15 vacuoles sont souvent grandes et réparties dans la partie antérieure du corps. C'est la seule espèce connue jusqu'à présent où cette multiplicité ait été constatée. Elle n'est pas rare dans les flaques d'eau stagnante.

Dans l'étude de ces plantes, il faut tenir compte du bec présent ou absent formé tantôt par l'enveloppe, tantôt par une saillie protoplasmique. La position du noyau a aussi une certaine importance.

On a fait de certains *Chlamydomonas* munis de 4 cils, le genre *Carteria.* Ce caractère ne semble pas suffisant pour établir un genre; cette prétention est d'autant moins soutenable que dans leur évolution ces *Carteria* se comportent exactement comme des *Chlamydomonas.* [1])

La membrane gélifiée peut présenter des variations assez remarquables qui ont été utilisées pour l'établissement de genres distincts.

[1]) Pour les genres voisins des *Chlamydomonas,* mais qui présentent des affinités réelles avec les Flagellées voir les Pyramydomonadinées.

En réalité, ces formes constituent à peine des sections du genre *Chlamydomonas*. Chez le *Lobomonas stellata* elle est étoilée ou lobée, tandis que les *Pteromonas* possèdent une aile assez remarquable, plus ou moins éloignée du corps.

Enfin, le genre *Sphaerella* diffère des précédents par sa membrane éloignée du corps et réunie par des filets protoplasmiques. On retrouve d'ailleurs le même phénomène chez le *Pteromonas Chodati* Lemm.

L'affinité très étroite des *Sphaerella* et des *Chlamydomonas* est prouvée par les diverses formes que peut revêtir ce premier genre. L'enveloppe gélifiée peut l'être à la façon des *Chlamydomonas*; dans certains stades cette enveloppe se réduit et finit par faire complètement défaut. Les zoospores sont alors nues et à peines différentes des éléments sexués de certains *Chlamydomonas*. Lors de leur division et de leur expulsion de la cellule mère, les *Pteromonas* ne diffèrent guère des *Chlamydomonas*.

Il faut donc considérer ces genres à membrane distante comme dérivés de ce dernier. Golenkin, qui a décrit les enveloppes de *Pteromonas alata,* suppose qu'elles sont silicifiées à cause de leur persistance; ainsi le genre principal *Chlamydomonas* varie beaucoup relativement à sa structure interne, chromatophore, pyrénoïde, vacuoles, etc., mais cela n'a pas été considéré par les auteurs comme équivalent aux variations dans la structure externe (cils, membrane).

Il y a cependant plus de ressemblance entre la structure cellulaire d'un *Pteromonas* ou d'un *Sphaerella* et les *Chlamydomonas* typiques, qu'entre ceux-ci et le *Chl. pertusa* Chod., ou le *Chl. globulosa,* ou le *Chl. reticulata.*

Il semble exact de considérer ce petit groupe comme constitué par des variations rayonnant autour d'un type nodal (par exemple *Chl. De Baryana*). Cette espèce et les autres qui lui ressemblent sont plus voisines des *Tetraspora* et des autres Volvocacées qu'elles ne le sont de leurs congénères déjà cités. Ces variations curieuses aboutissent progressivement à des types aberrants qu'on étudiera plus loin.

Le genre *Gonium* ne comprend que deux espèces, *G. sociale* et *G. pectorale,* le premier formant des cœnobium de 4, le second des cœnobium de 16 individus.

Tout autour de la colonie il peut exister une enveloppe gélifiée continue. Chaque individu est entouré d'une enveloppe spéciale qui présente avec les voisins des anastomoses assez courtes. Ces individus sont disposés sur un plan et ont la structure interne d'un *Chlamydomonas*. Les cellules d'une colonie peuvent se désagréger et nager librement; il n'est pas possible alors de les distinguer sûrement d'un *Chlamydomonas* et notamment de *Chl. De Baryana*. Chaque cellule peut maintenant se multiplier

à la façon d'un *Chlamydomonas,* par segmentation longitudinale, ou s'arrêter en produisant un kyste arrondi qui s'entoure d'une auréole de gelée. La multiplication à cet état peut aussi se faire à la façon gloéocystioïde ; on

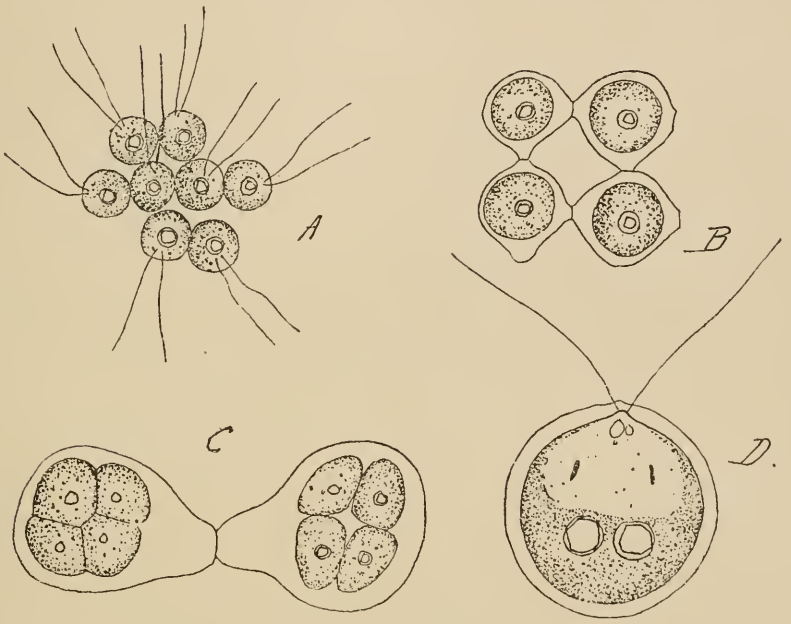


Fig. 56. *Gonium pectorale.* — A. Etat octocellulaire. B. 4 cellules avec les anastomoses gelifiées. C. Division de deux cellules. D. Macrozoospores en voie de division.

obtient ainsi des masses gélatineuses considérables et qu'il est alors impossible de distinguer d'un *Gloeocystis* quelconque ou de *Gl. superba* Cienk. (Chod.). C'est ainsi qu'on se trouve ramené vers les Palmellacées.

Il est intéressant de constater le mode de multiplication ordinaire du *G. sociale:* pendant la marche l'une ou l'autre des cellules s'arrondit, retire ses cils, se divise et passe à l'état de tétrade. Autour de la nouvelle colonie se forme une auréole gélifiée, les cils apparaissent et la colonie peut être mise en liberté. L'ancienne colonie continue cependant à se mouvoir après le départ d'un des constituants; finalement les 3 autres cellules subissent le même sort que la première.

Par la division d'une macrozoospore de *Gonium pectorale* naissent des prothalles mobiles 4-cellulaires dont chaque cellule donnera naissance à des colonies définitives à 16 cellules. (fig. 57 p. 122).

Soit chez *G. sociale,* soit chez *G. pectorale,* des colonies bicellulaires ou quadricellulaires se rencontrent. Des confusions peuvent alors facilement s'établir. La division cellulaire s'exécute parfois aussi pendant que les cils sont encore actifs.

Pandorina morum constitue ordinairement des colonies de 16 cellules non étalées, mais disposées en boule. Chacune de ces sphères est entourée d'une auréole gélifiée traversée par les cils de chaque individu. Ces derniers sont tantôt tout à fait contigus, tantôt séparés par leur enveloppe spéciale gélifiée.

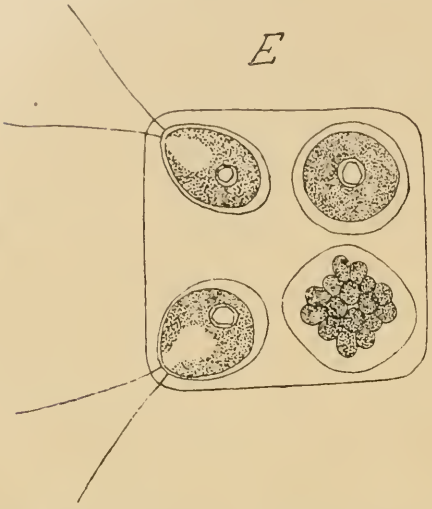


Fig. 57. *G. pectorale* — Stade 4-cellulaire passant aux colonies 16-cellulaires.

Chacune de ces cellules se divisant en 16, il en résulte 16 colonies de 16 individus. L'auréole gélifiée de la cellule mère devient l'enveloppe de la colonie, tandis que l'enveloppe générale précédente grandit beaucoup et forme la gelée générale.

Ces grands cœnobium ne sont pas rares, mais l'algue se rencontre le plus souvent en colonies simples.

Lorsque cette dernière va se diviser, les cellules s'écartent les unes des autres et passent à l'état larvaire (fig. 58, X) dont il a été fait mention plus haut. A cet état, une jeune colonie de Pandorina ne diffère pas essentiellement d'un *Gonium pectorale* au même stade.

Peu à peu les cellules marginales sont rejetées vers la face supérieure, ce qui donne naissance à une boule. Il y a alors un pôle postérieur et un côté antérieur. Lorsque la colonie 16-cellulaire est constituée, on ne remarque plus cette polarité (fig. 56, XI).

Dans certaines conditions de culture on obtient des colonies disposées sur un plan et composées d'un nombre moindre de cellules, par exemple de 8 cellules (v. l. c, fig. 55 et 56) et finalement de 16 cellules, comme chez *G. pectorale.*

Pandorina devra donc être considéré comme produit par l'enroulement d'une colonie gonioïde. En outre, on peut dans des cultures appropriées faire passer Pandorina par un état palmelloïde semblable à celui de *Gonium.*

Eudorina est réuni à *Pandorina* par une curieuse forme observée en Amérique et aux Indes, le *Pleodorina* Schaw. dont les colonies, composées de 64 ou 128 cellules, ressemblent autant à l'un qu'à l'autre et possèdent, comme *Eudorina,* une polarité bien marquée.

Chez cette dernière, la colonie est ordinairement ellipsoïdale; les 32 individus qui constituent la colonie sont disposées en cinq anneaux, dont deux terminaux de 4 et 3 intermédiaires de 8 cellules. La colo-

nie entière est entourée d'une membrane gélifiée épaisse, traversée par *un canal* pour chaque zoospore. C'est dans ce fourreau que sont logés les 2 cils qui semblent se prolonger parallèlement un peu au-dessus de la périphérie jusqu'où ils commencent à diverger. Les cellules sont plus arrondies, le pyrénoïde plus visible et le stigma très vif.

Le mode de multiplication est le même que chez *Gonium* et *Pandorina*. On y rencontre le même état larvaire [1]), aux dépens de zoospores

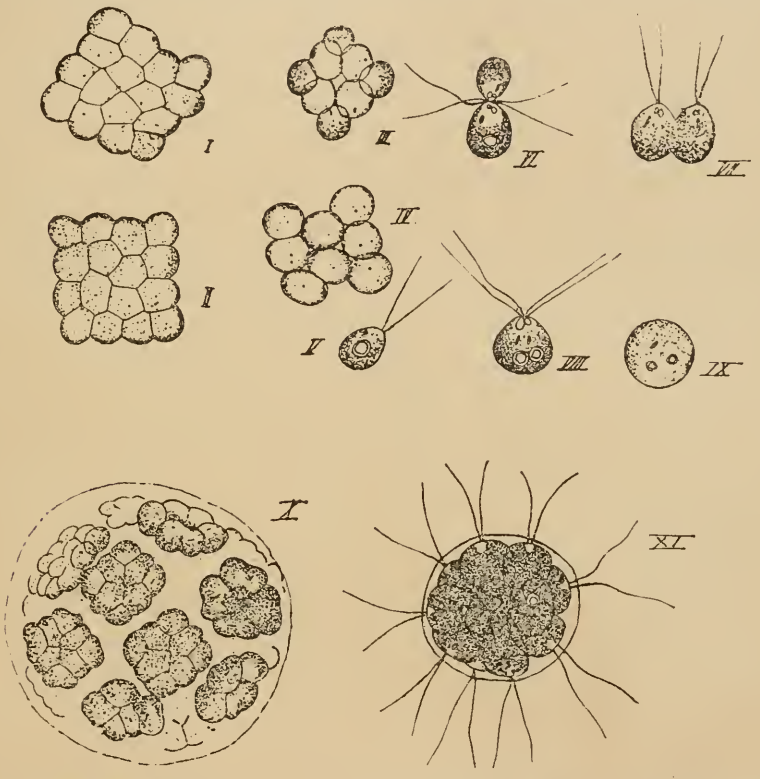


Fig. 58. *Pandorina morum.* — I, II et X. Etats larvaires. — X. Colonie 16-cellulaire dont les cellules sont en voie de division. I et II, Deux plaques larvaires 16-cellulaires avant l'enroulement. III. Colonie gamètipare à 8 cellules prêtes à errer. IV. Id., mais autre disposition. V. Isogamète. VI et VII. Deux modes différents d'union des gamètes. VIII. Zygozoospore. IX. Jeune zygote. XI. Colonie normale botryoïde 16-cellulaire (Lac Taney, Valais).

isolées de la colonie ou aux dépens des cellules de cette dernière. Des cénobes de 8, de 16 ou de 32 individus s'organisent ainsi (v. p. 42, fig. 16).

On comprend maintenant comment il se fait que les colonies ellipsoïdales d'*Eudorina* aient leurs cellules disposées en couronne de 2, de 4 cellules et de 3 et 8 cellules. Chez *Pandorina* il y a ordinairement deux groupes polaires de 4 cellules et un groupe équatorial de 8 cel-

[1]) Voir le chapitre sur la division.

lules, mais cette disposition régulière peut être altérée et passer à une disposition radiaire parfaite.

L'infléchissement de la colonie se fait parfois dès le début (fig. 59) et les nouvelles colonies errantes sont parfaitement constituées avant même d'avoir atteint une taille considérable.

Outre les colonies à 32 cellules, on rencontre dans les cultures des cénobes à 8 et à 16 cellules; les unes et les autres peuvent se former en passant par l'état larvaire, mais le plus souvent naissent par bipartition sporangiale. Les colonies normales de 16 individus sont constamment constituées par 4 anneaux à 4 individus (fig. 66). Lors de la division, le stigma peut disparaître ou persister. Jamais je ne l'ai vu se diviser, les nouveaux stigma se forment à nouveau. Les macrozoospores formées aux dépens des thalles adultes peuvent aussi se diviser pendant la marche; les anciens cils ne sont alors pas retirés, mais se répartissent régulièrement, de nouveaux cils viennent les compléter (fig. 2, *B – D*). Le stigma est départi à l'un des produits de la division.

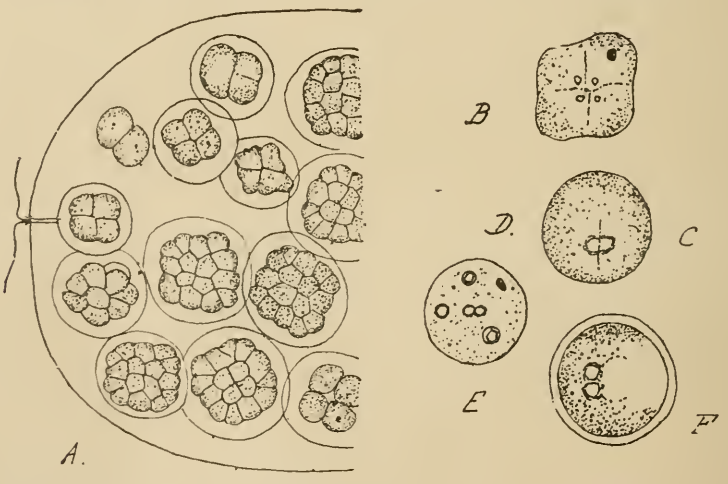


Fig. 59. *Eudorina elegans.* — A. Hemisphère dont les cellules passent par l'état larvaire. B. Cellule à 4 petits pyrénoïdes et un stigma en voie de 4-partition. C. Division du pyrénoïde en deux. F. Id. E. Multiplication des pyrénoïdes par néo-formation ; un stigma.

L'activité des cils ne cesse pas pendant les premiers stades de la division, même à l'état larvaire, comme on peut le voir dans les grands thalles dont les 32 cellules passent à ce stade de multiplication (fig. 59, *A*). Chose curieuse, le pyrénoïde est souvent résorbé avant la division; quelquefois il s'en produit de nouveaux qui sont plus petits et situés de l'autre côté, c'est-à-dire sur la face occupée par le stigma; enfin, le pyrénoïde peut se diviser en même temps que le noyau. Il n'y a donc aucune fixité quant au mode de division (fig. 59, *B—F*).

Le genre *Volvox* comprend actuellement deux espèces, *V. globator* et *V. aureus.*

Elles forment des colonies globuleuses comprenant un grand nombre d'individus; ces derniers sont immergés dans une gelée entourant une cavité centrale plus ou moins grande et contenant de l'eau et des substances en dissolution. Les cellules sont réunies par des filets protoplasmiques simples ou ramifiés.

La colonie présente une structure polarisée; les deux hémisphères se comportent différemment; les cellules de l'une sont réunies *(aureus)* par des filets simples, les autres ont des filets plus compliqués. Dans le mouvement de translation, l'hémisphère plus simple est dirigée en avant.

Volvox aureus est l'espèce la plus simple; la gelée y est plus épaisse et la cavité centrale plus petite. Les cellules végétatives ressemblent ici beaucoup à celles d'*Eudorina,* tandis que chez *V. globator* la cellule est plus ramifiée, plus subordonnée à l'ensemble; les filets protoplasmiques y sont plus gros et la forme de la cellule différente. Klein a cru démontrer que les filets ne sont pas continus. Dans la membrane se trouve une structure assez compliquée, mais qui n'a pas d'importance pour notre sujet.

Chaque cellule de l'hémisphère postérieure peut produire une nouvelle colonie par division larvaire, comme il a été décrit pour le genre *Eudorina;* la larve s'invagine rapidement en forme de sac ouvert à l'un des bouts, puis, finalement, se ferme. Tant que la division continue les cellules sont contiguës, mais lorsque la plante est terminée elles se séparent par production de lames gélifiées. Ces nouvelles colonies sont expulsées de la colonie mère.

Le nombre des cellules constituantes de chaque colonie peut être extrêmement élevé (200-22,000 cellules).

Comme on le voit, le genre *Volvox* n'est qu'une exagération du stade *Eudorina.* Jusqu'à présent on n'a pas cité des macrozoospores de *Volvox* ni des états Eudorina ou des états Palmella.

Il est cependant probable que ces formations sont possibles, même dans les types les plus spécialisés des Volvocacées.

Sexualité des Volvocacées.

On trouve l'isogamie chez quelques *Chlamydomonas,* les *Pteromonas,* les *Sphaerella* et les *Gonium,* tandis que les *Pandorina,* quelques *Chlamydomonas* et les *Eudorina* ont une hétérogamie marquée.

Le genre *Volvox,* représentant le plus haut terme de la série, a une sexualité compliquée qui a fait l'objet de plusieurs mémoires importants.

Lorsqu'il y a isogamie, la cellule isolée devient gamétange; chez les *Chlamydomonas,* le nombre des divisions qui aboutit à la production des gamètes est généralement supérieur à celui qui donne naissance aux zoospores; ainsi chez *Sphaerella lacustris* il y a production de 2-4 zoospores, mais de 16 à 32 gamètes. Ceux-ci sont nus, petits et s'uniront peu après leur sortie. Chez les *Chlamydomonas*, les isogamètes s'unissent tantôt bec à bec, tantôt latéralement. Ces gamètes sont colorés, mais moins fortement que les zoospores; ils ont un stigma.

Goroschankine a établi avec beaucoup de précision les différentes conditions dans lesquelles la fécondation a lieu chez les *Chlamydomonas;* les gamètes sont nus ou chlamydés. Les gamètes munis d'une membrane sont intéressants parce qu'ils rappellent les zoospores ou les états adultes.

Dans un premier cas *(Chl. reticulata),* les membranes sont rejetées avant la fécondation, c'est-à-dire avant que les deux isogamètes ne soient réunis et leurs noyaux fusionnés.

Dans un second cas, ces membranes persistent plus longtemps; les deux ou trois gamètes se fusionnent; leur membrane entoure la zygote, qui ne les rejette qu'après être constitué définitivement *(Chl. Ehrenbergii),* ou bien ce rejet a lieu un peu avant et la zygote diplociliée abandonne ces enveloppes avant de s'arrondir et de retirer ses cils.

Enfin, le cas le plus curieux est celui qui est réalisé chez *Ch. Braunii,* où les membranes se soudent et se maintiennent sur les zygotes. On a comparé ce fusionnement, avec beaucoup de raison, avec celui des Conjuguées. Il y a bien ici une anastomose de deux cellules comparable à la conjugaison des Desmidiées et des Zygnemacées.

Les zygotes des Volvocinées sont lisses ou verruqueuses; ceci varie dans un même genre. Ainsi les zygotes de *Gonium sociale* sont lisses, tandis que celle de *G. pectorale* sont chagrinées. Chez les *Chlamydomonas,* il y a tout autant de différence. Les dessins de la membrane épaissie sont quelquefois grossiers (*Chl. Perty*).

Les *Pandorina* ne diffèrent guère des *Chlamydomonas* quant à leur sexualité. Des zoospores se divisent et produisent de petits gamètes qui s'unissent deux par deux, ou bien il se produit des colonies femelles à individus plus grands et des colonies mâles à individus plus petits, quelquefois beaucoup plus petits. La zygote est lisse.

Dans les *Eudorina,* une zoospore subit une segmentation qui aboutit à la production d'un état larvaire à 32 cellules; celles-ci sont petites, étroites, allongées et disposées en un plan. Ces microgamètes, anthérozoïdes, vont féconder des colonies à cellules vigoureuses et beaucoup plus grosses qu'eux, c'est-à-dire de la grandeur de l'individu qui leur a donné naissance. Chez *Eudorina,* comme chez *Pandorina,* le gamète femelle est cilié; il est contenu dans la colonie mère chez *Eudorina.*

La sexualité atteint chez *Volvox globator* le summum de différenciation. Certaines cellules du réseau dans l'hémisphère postérieur, qui seul est reproducteur, grandissent beaucoup, perdent leurs cils, s'arrondissent et s'entourent d'une membrane gélifiée.

D'autres passent par l'état larvaire et produisent sur un plan un nombre considérable de gamètes mâles semblables à ceux d'*Eudorina,* mais munis d'un bec plus allongé. Le gamète mâle doit traverser cette membrane gélifiée pour arriver au contact de l'oosphère.

Klein a distingué plusieurs états sexués des colonies :

Colonies végétatives ;

Colonies végétatives avec peu de spermatozoïdes ;

Colonies mâles ;

Colonies avec quelques œufs ;

Colonies femelles ;

Colonies monoïques protérogynes, etc.

Au printemps, le *V. aureus* a surtout des colonies asexuelles ou dioïques ; en été, les colonies sont plutôt mâles ou végétatives ; en automne, monoïques protérogynes. Grâce à ces combinaisons, la fécondation croisée peut avoir lieu et c'est certes un des phénomènes les plus curieux que celui d'une plante si inférieure capable de dispositions si curieuses en faveur de la fécondation croisée.

Les zygotes sont entourées d'une membrane cutinisée ; on y voit ordinairement les pyrénoïdes provenant des deux gamètes. Les stigma disparaissent finalement. Les deux *chromatophores sont maintenus.* Après avoir passé par un temps de repos, elles germent en se divisant avant ou après leur sortie. En général, si elles ont pris une coloration rouge due à de l'huile, elles tendent à verdir ; puis la couche externe de la membrane est rejetée ; les dessins qui en ornent la surface s'aplanissent s'il y en a et cette membrane se gélifie.

Pendant ce temps, le contenu se divise en 2 ou en 4 zoospores qui vont errer et reproduire la plante.

Chez *Pandorina,* la zoospore sort de la zygote avant de se diviser et de passer par l'état larvaire qui donnera une nouvelle colonie.

La germination de la zygote d'*Eudorina* a été décrite par Ostrokowa, elle est en tous points semblable dans son essence à ce qui se passe chez *Pandorina.* Le stade larvaire y prend un degré de développement correspondant à 32 cellules. Il en est de même de celle de *Volvox,* étudiée par Kirchner. Le stade larvaire y est tout aussi visible et la formation de la cupule et, finalement, de la sphère, y suivent les mêmes degrés que s'ils dérivaient directement d'une cellule végétative.

L'isogamie étant connue chez *Tetraspora,* nous avons ainsi tous les termes de la série des Palmellacées-Volvocinées. Si on ajoute à ce qui

a été dit que souvent, à la germination des zygotes les éléments de la division passent par un état palmelloïde *(Chlamydomonas, Gonium, Pandorina)*, on sera frappé de la netteté du procès phylétique de ce groupe intéressant.

Il n'y a évidemment aucun doute sur la sériation des genres *Palmella, Apiocystis, Tetraspora, Sphaerocystis, Chlamydomonas, Gonium, Pandorina, Eudorina, Volvox,* qui se fait par degrés insensibles et constitue l'une des preuves les plus frappantes de l'évolution végétale.

Il est à remarquer que *Volvox*, *Eudorina*, *Pandorina* et *Gonium* passent par l'état dit larvaire réalisé chez certains *Chlamydomonas;* sauf *Volvox,* tous peuvent revenir à l'état *Chlamydomonas: Eudorina* peut présenter un stade *Pandorina,* ce dernier genre un état *Gonium, G. pectorale* un stade *G. sociale* et la plupart passent dans des conditions déterminées par un état *Palmella.*

Synopsis des Volvocacées.

Etat parfait unicellulaire :
- α. chlamydé . . . . . *Chlamydomonadées.*
- β. achlamydé . . . . . *Gymnomonadées.*

Etat parfait cénobien : *Pandorinées.*

A. Chlamydomonadinées :
- 4 flagellum . . . . . *Carteria.*
- 2 flagellum ;
  - † membrane unique continue ;
    - ⊙ adhérente ou à peine distante ;
      - ! cellules ovales, subsphériques ou à peine fusiformes (dans ce cas 2 vacuoles). . . . . *Chlamydomonas.*
      - !! cellules fusiformes au moins 3 fois plus longues que larges ;
        - plusieurs pyrénoïdes . . *Chlorogonium.*
        - deux pyrénoïdes . . . *Cercidium.*
    - ⊙⊙ membrane distante à l'état parfait ;
      - !!! réunie au plasma par des filets *Sphaerella.*
    - !⊙ non réunie au plasma par des filets, mais à côtes saillantes . . *Pteromonas.*
    - !✕ contour de la membrane lobé . . *Brachiomonas.*

Lobomonas.

†† membrane constituée par deux valves distinctes dès le début :
cellules ovales . . . . . *Coccomonas.*
c. lenticulaires sculptées . . . . *Phacotus.*

B. Gymnomonadées :
Bb. vertes avec pyrénoïdes (métabolie) . . Polyblépharées.
Bβ. incolores . . . . . Polytomées.
Bb. Polyblépharées :
6 flagellums . . . . . *Polyblepharis.*
4 flagellums . . . . . *Pyramimonas.*
5 flagellums . . . . . *Chloraster.*
Nephroselmis ?

C. Pandorinées :
1. Cénobe plan à 4 ou 16 cellules . . . *Gonium.*
2. Cénobe sphérique plein à (8) ou 16 cellules ou composé de colonies filles à 16 cellules. *Pandorina.*
3. Cénobe ellipsoïde bipolaire à 32 cellules . *Eudorina.*
Cénobe sphérique plein à 64 ou 128 cellules *Pleodorina.*
Cénobe sphérique à cellules très nombreuses *Volvox.*

Chlamydomonas Ehrb. 1833.

Bibliographie.

Die Infusionsthierchen 1833—36, p. 64 ; Goroschankin, Beiträge zur Kenntniss der Chlamydomonadeen, Bull. Soc. Imp. des nat. de Moscou, n° 3 1890 et 1891, Tab. XIV (1890) et I—III (1891) ; Dangeard, Ann. Sc. naturelles 1888, p. 125 ; id. Le Botaniste, VI série, 1899, Mémoire sur les Chlamydomonadinées ; O. Dill, Die Gattung *Chlamydomonas* in Jahrb. f. wiss. Bot. XXVIII, 1895. — *Diselmis* Dujardin (1841) Zoophyt. p. 342.

Cellules isolées, mobiles ovoïdes, oblongues-elliptiques ou plus rarement piriformes ou sphériques ; membrane mince ou plus épaisse toujours hyaline le plus souvent invisible et adhérente au corps ; 2 cils partant d'un bec plus ou moins prononcé ; chromatophore vert variable avec ou sans pyrénoide ; vacuoles pulsatiles deux ou plusieurs ; stigma variable.

Multiplication à l'état de repos (peut-être pas toujours) à l'intérieur de la membrane qui fonctionne comme sporange : deux ou quatre zoospores ; gamètes égaux ou inégaux résultant d'une division plus avancée, nus ou à membrane distincte. Fécondation : 1° fusion de gamètes nus :

2° rejet des membranes pendant ou après la fusion ; 3° conjugaison des membranes des gamètes hétérogames; zygotes lisses ou échinulées.

Clef analytique.

A. Pas de pyrénoïde :
- † chromatophore à jour, réticulé . . 1 *Ch. reticulata* Gorosch.
- †† chromatophore non en réseau . . 2 *Ch. variabilis* Dang.

B. Un seul pyrénoïde arrondi ou polyédrique :
- α. vacuoles pulsatiles nombreuses . . 3 *Chl. globulosa* Perty.
- β. deux vacuoles alternantes :
  - 1° section du chromatophore étoilée . 4 *Chl. stellata* Dill.
  - 2° chromatophore en coupe :
    - *a.* profondément échancré avec membrane distante (épaisse) . . . 5 *C. gloeocystiformis* Dill.
    - avec membrane adhérente cellule piriforme ◠ . . . . . 6 *Chl. pyriformis* Dill.
    - cellule non piriforme ◡ 1re segmentation transversale . . 7 *Ch. de Baryana* Gor.
    - 8 *Ch. parietaria* Dill.
    - 1re segmentation longitudinale . *Ch. angulosa* Dill.
    - *b.* remplissant la cellule, segmentation transversale . . . . 9 *C. Reinhardi* Dang.
    - longitudinale . . . . . 10 *C. Ehrenbergii* Gorosch.
  - 3° chromatophore en plaque annulaire ou oblique . . . . . 11 *Ch. Kuteinikowii* Gor.
    - 12 *Ch. ovata* Dang.
    - 13 *Ch. Dillii* Dang.

C. Un seul pyrénoïde en bande équatoriale ou deux pyrénoïdes équatoriaux :
- pyrénoïde en bande . . . . . 14 *Ch. monadina* St.
- deux pyrénoïdes . . . . . 15 *Ch. longistigma* Dill.

D. Deux pyrénoïdes situés dans l'axe principal :
- chromatophore perforé au milieu en fenêtre . . . . . 16 *Ch. pertusa* Chod.
- chromatophore non perforé . . . 17 *Ch. metastigma* Stein.

E. Plusieurs pyrénoïdes (grosse espèce) . . 18 *Ch. gigantea* Dill.

Chlamydomonas reticulata Goroschankin. Bull. Soc. Imp. des naturalistes, Moscou 1891, p. 30, Tab. III, fig. 1—9. (D'après Goroschankin.)

Cellules ovales jamais parfaitement sphériques ; membrane toujours nettement visible, parfois un peu distante à la base, bec large, tronqué ; cils partant des angles du bec, de longueur égale au corps ; chromatophore pariétal en coupe, irrégulièrement perforé ; noyau postérieur visible ; stigma pâle arrondi gros, dans le tiers inférieur du corps, ou au milieu. — Première division longitudinale.

Multiplication : par zoospores (4 ou [8]) ; gamètes 16 ou 32 (rarement 8) ellipsoïdes sans pyrénoïdes (?) munis d'une membrane qu'ils rejettent simultanément ou l'un après l'autre. Zygote *mûre* à membrane foncée à surface finement échinulée-chagrinée.

Dimensions : 14—36 (22) μ. Fig. A, p. 18 ; fig. N, p, 69 ; fig. D, p. 70.

Octobre-Mai. Bassin du jardin botanique (Bâle) ; Arlesheim, Ruhrberg et Neudorf p. Bâle (Dill l. c.).

Obs. Le *Chl. tingens* A. Br. (Verjüng. in d. Nat.) n'en diffère que par l'absence d'un point oculiforme rouge (Gorosch.).

Chlamydomonas variabilis Dang. Mémoire sur les Chlamydomonadinées, Le Botaniste, VIme série, p. 135, fig. 14, A - Q.

Cellules ovales elliptiques ou presque cylindriques ; membrane mince adhérente, à papille dans laquelle pénètre le plasma ; cils atteignant le double de la longueur du corps ; stigma disciforme situé vers le milieu de la cellule ; noyau central ou basilaire. Dimensions : 15—20 μ. Multiplication : par division du contenu en 4 zoospores ; première division transversale.

N'a pas encore été signalé en Suisse.

Chlamydomonas globulosa Perty. Zur Kenntniss kleinster Lebensformen, p. 86, Tab XII, 1, A. ; *Chl. Perty* Gorosch. l. c. p. 11, Tab. I, fig. 13—22 ; *Ch. pulvisculus* Cooke e. p. Tab. XV, fig. 3. Fig. nostr. 60, J, c, d.

Cellules arrondies ou ellipsoïdes. Membrane mince à double contour munie d'une petite papille semiplasmique. Chromatophore massif arrivant jusque vers les cils ; noyau antérieur ; pyrénoïde unique, gros à peu près au centre ou au dessous du centre ; stigma dans le tiers antérieur ; plusieurs vacuoles pulsatiles dans la partie antérieure du corps (3—15) ; cils du double de la longueur du corps.

Multiplication : zoospores 2 ou 4 ; gamètes 8, 4 ou 16 perdant leur membrane bien avant la copulation, donc nus ; zygote mûre étoilée munie de crêtes (20—26 μ, sans la membrane de 14—18 μ).

Dimensions : 22—40 (28—30 μ ordin.) et également larges.

Bassin du jardin botanique, Genève.

Chlamydomonas stellata Dill l. c. Tab. V, fig. 31—36.

Cellules ellipsoïdes; membrane à double contour à papille antérieure bien marquée; chromatophore (de face) comme divisé en plaques polygonales, (en section) faiblement incisé en larges dents de roue; noyau et pyrénoïde médians; stigma vers le quart antérieur du corps.

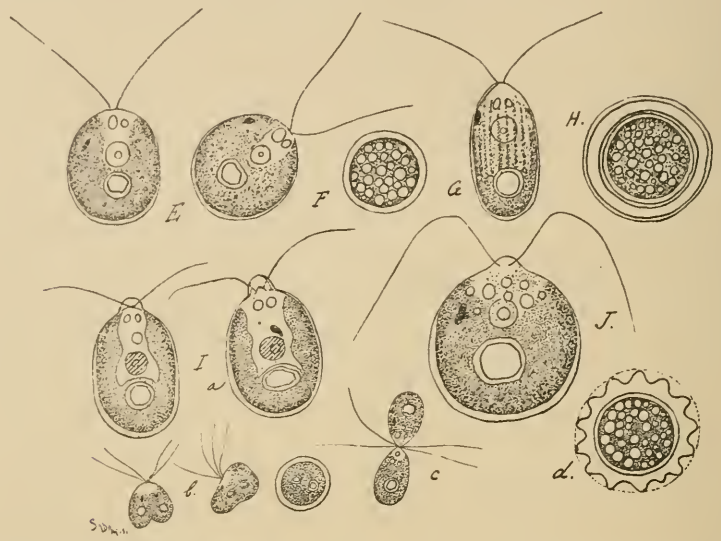


Fig. 60. E. *Chl. Reinhardi.* F. Zygote. — G, H. *Chl. Steinii* Gorosch. — I. *Chl. de Baryana*, *b*, formation de la zygote. — J. *Chl. globulosa* Perty, *c*, gamètes, *d*, zygote (d'après Goroschankin).

Gamètes nus, oblongs, à chromatophore en cloche allongée.
Dimensions : 18—20 μ. sur 10—13 μ. Fig. nostr. 62, V—VIII.
Environs de Bâle (Dill).

Chlamydomonas gloeocystiformis Dill l. c. p. 340, Tab. V, fig. 37—38.

Cellules ovales; membrane épaisse gélifiée munie d'une papille subaiguë; chromatophore en cloche, fortement échancré; stigma à la partie antérieure du corps; noyau devant le gros pyrénoïde.

Etats gléocystioïdes communs.
Dimensions : non indiquées par Dill. Fig. nostr. 61, X et XI.
Environs de Bâle (Dill.).

Chlamydomonas piriformis Dill l. c. 336, Tab. V, fig. 13—19.

Cellules piriformes ou claviformes épaissies en massue au tiers antérieur; membrane à double contour munie d'une papille proéminente à la partie antérieure; chromatophore en cloche, échancré jusqu'à sa moitié; pyrénoïde à l'arrière; stigma au tiers antérieur.

Première division : transversale; gamètes nus; zygote lisse.
Dimensions : 18 – 24 = 11—14 μ. Fig. nostr. 62, I et II.

Chl. de Baryana Gorosch. l. c. p. 9, Tab. I, 9—12. Fig. nostr. 62, I, a, b.

Cellules ovales; membrane distincte adhérente, souvent un peu épaissie, munie d'une papille très proéminente hémisphérique; chromatophore en cloche, à échancrure s'élargissant vers le milieu de la cellule et à fond horizontal; pyrénoïde dans le tiers plein du chromatophore, gros; stigma pâle vers le tiers supérieur; noyau médian. Première division : transversale (Dill).

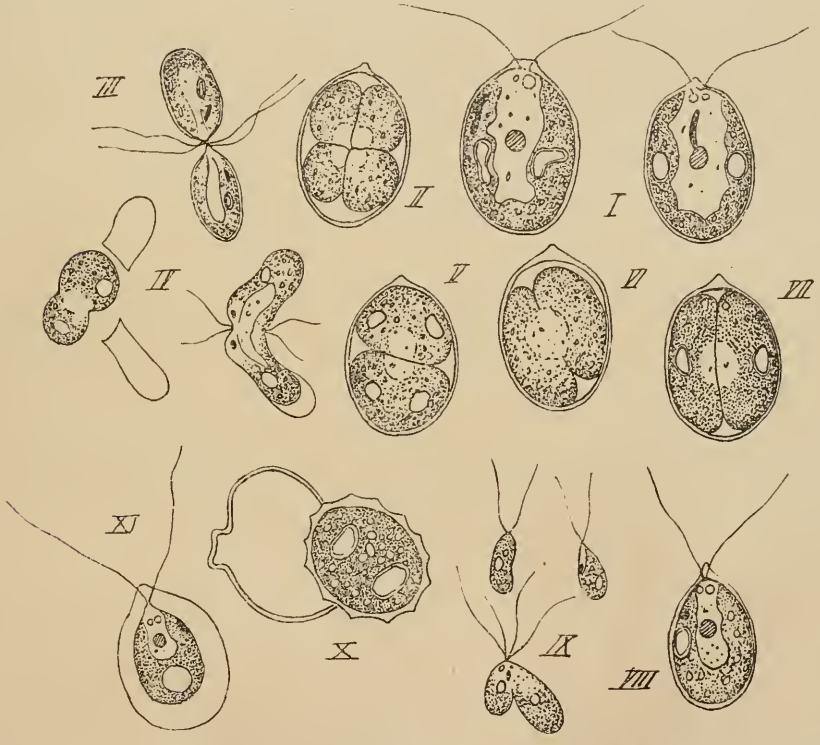


Fig. 61. I—VII. *Chl. longistigma* Dill. VII, VI, V, II Stades successifs de la division. III. Gamètes. IV. Rejet des membranes pendant le fusionnement. VIII – IX. *Chl. parietaria* Dill. IX. Gamètes. X—XI. *Chl. gloeocystiformis* Dill. X Zygote (d'après Dill).

Gamètes nus et zygotes lisses (11 μ). Copulation ordinairement latérale.

Dimensions : 12—20 μ.

Grand-Salève (Chodat); Jardin botanique de Bâle, Allschwyl, près Bâle (Dill).

Chl. angulosa Dill l. c. p. 337, Tab. V, fig. 21—25.

Cellules ellipsoïdes; membrane à papille proéminente; chromatophore profondément échancré, mais le fond de cette dernière arrondi; pyrénoïde gros, anguleux, dans le tiers postérieur de la cellule; stigma antérieur. Première division : longitudinale.

Dimensions : 20 μ. Fig. nostr. 62, III et IV.

Jungholz ob Säckingen; tourbières; eaux de la Birsig, près de Bâle (Dill).

Chl. parietaria Dill l. c. p. 334, Tab. V, fig. 9—12.

Cellules ovales, aiguës à la partie antérieure; membrane à double contour net, munie d'une papille conique des deux côtés de laquelle sortent les cils qui sont de la longueur du corps; chromatophore en cloche profondément creusée; pyrénoïde latéral au-dessus du fond de l'échancrure du chromatophore; stigma antérieur. Première division : transversale. Zygote étoilée.

Dimensions : $\frac{16-18\ \mu}{9-11\ \mu}$. Fig. nostr. 61, VIII et IX.

Environs de Bâle (Dill).

Chl. Reinhardi Dang. l. c. p. 130; Gorosch. l. c. p. 4, Tab. I, fig. 1—8. *Chl. pulvisculus* Reinhard, Ueber Copulation bei *Chlamydomonas* und *Stigeoclonium* (en russe): *Chl. pulvisculus* Cohn, Cienkowski, Stein, Cooke non Ehrb.

Cellule arrondie ou un peu ovale; membrane à double contour sans papille (papille plasmique au-dessus des deux vacuoles); chromatophore qui remplit presque toute la cellule et qui n'est échancré qu'un peu au sommet; pyrénoïde gros, central ou subcentral; stigma dans le tiers antérieur. Gamètes ellipsoïdes oblongs, finalement nus, copulant par le bec; zygote arrondie, lisse, finalement rouge. Etat palmelloïde bien développé. Fig. nostr. 60, E, F. et p. 70, fig. A.

Genève, dans les flaques d'eau (Chod.); St-Margarethen, près Bâle (Dill).

Chl. Ehrenbergii Gorosch. l. c. p. 34, Tab. III, fig. 10—25; *Chl. Morieri* Dang. l. c.; *Diselmis viridis* Duj.

Cellules ovales ou piriformes amincies vers le bec; membrane adhérente ou distante, dépourvue de papille; chromatophore et détails cellulaires comme *Chl. Reinhardi;* gamètes nus ou avec membrane; zygote d'abord nue, puis à surface denticulée, étoilée. Première division : longitudinale.

Dimensions : 14—26 μ, ordinairement 18 μ. Fig. nostr. 44, p. 68, fig. O.—R.

Jardin botanique de Berne (Chod.).

Chl. intermedia Chodat. Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoïdées. l. c., Tome II, Tab. XXII et XXIII.

Cellules oblongues, ni ovales ni arrondies; membrane à double contour net, sans papille; chromatophore comme chez *Chl. Reinhardii* Dang; stigma antérieur; pyrénoïde médian; cils dépassant la longueur du corps. Etats palmelloïdes abondants.

Dimensions : 18—20 μ. Fig 54, 55, p. 118.

Vit habituellement dans le mucus du *Cylindrocystis Brebissonii*, sur les murs humides, Genève, Nyon, etc. (Chodat).

Chl. Kuteinikowii Gorosch. l. c., Tab. II, fig. 9—13.

Cellules ovales ou ellipsoïdes aiguës vers l'insertion des cils; membrane mince, parfois un peu distante à la partie postérieure, dépourvue de papille; chromatophore en plaque pariétale ondulée, ne recouvrant ni le quart antérieur ni la base, muni d'un petit pyrénoïde; noyau dans le quart postérieur; stigma au-dessus du milieu; deux vacuoles; cils dépassant la longueur du corps. Gamètes nus; zygote nue, petite.

Dimensions : 12—18 μ. Fig. nostr. 44, p. 69, K, p. 70, B.

N'a pas encore été signalée en Suisse.

Observation. M. Dangeard a décrit un *Chl. ovata,* l. c. 147, fig. 17, qui ne diffère de cette espèce que par les gamètes à membrane abandonnée pendant la copulation et par des cils moins longs. Il n'est pas possible de dire jusqu'à quel point les deux espèces sont distinctes.

Dimensions : 8—16 μ.

Le *Chl. Dillii,* du même auteur, rentre dans ce même groupe dont il a le chromatophore pariétal et la zygote lisse (10—20 μ) l. c. p. 139. La première division y est transversale.

Chl. metastigma (Gorosch.) Stein. Organismus der Flagellaten. Tab. XV, fig. 46; Goroschankin, l. c. 38, Tab. III, fig. 26.

Corps ellipsoïde, membrane un peu distante en arrière, sans bec; chromatophore remplissant presque toute la cellule, sauf le sommet; deux pyrénoïdes dans l'axe, l'un en avant, l'autre en arrière; stigma hémisphérique équatorial ou subpolaire.

Dimensions : 12—20 μ. (ord. 16 μ).

N'a pas encore été rencontrée en Suisse.

Chl. Kleinii Schmidl. Flora 1893, p. 21, Tab. I; *Chl. grandis* Dill non Stein l. c.; an. *Chl. grandis* St., l. c. var. f. 48?

Cellules ellipsoïdes, oblongues, à membrane non terminée en papille; chromatophore divisé presque jusqu'à la base en lanières parallèles,

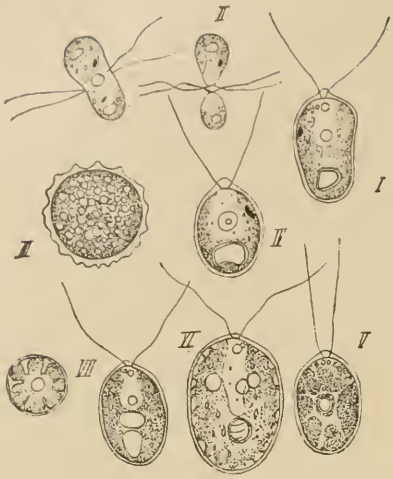


Fig. 62. I, II. Chl pyriformis Dill. IV. Chl. angulosa Dill. III. Zygote. V—VIII. Chl. stellata Dill. VII section obtique transversale du chromatophore (d'après Dill).

donc rubanné, remplissant presque toute la cellule; deux pyrénoïdes subpolaires; vacuoles, deux, bien visibles, surmontées d'un petit cône protoplasmique d'où partent les cils qui ne sont pas plus longs que le corps.

Dimensions : 32—28 = 12—8 µ.

M. Schmidle a montré que son espèce ne doit pas être confondue avec le *Chl. grandis* Stein, qui est une espèce collective. En effet, s'il existe des figures de Stein qui parleraient en faveur d'une réunion comme la fig. 48, il y en a d'autres à un seul pyrénoïde qui ne correspondent plus du tout au Type.

Le *Chl. grandis* Stein correspond peut-être au *Chl. Steinii* Gorosch., qui a aussi le chromatophore muni de stries longitudinales, mais ne possède qu'un pyrénoïde (v. l. c.). Fig. nostr. 60, G. H.

Chl. pertusa Chodat. Histoire des Protococcoïdées, V, Bull. de l'Herb. Boiss. 1896, p. 277, fig. 20—22.

Cellules oblongues ou ellipsoïdes; membrane distincte avec une papille subconique courte; chromatophore remplissant presque toute la cellule, divisé au milieu par une large fenêtre quadrangulaire; un pyrénoïde au-dessous et un au-dessus de la fenêtre incolore; point oculiforme en bâtonnet à peu près médian; deux vacuoles pulsatiles, cils dépassant la longueur du corps. Zoospores et gamètes à chromatophore perforé.

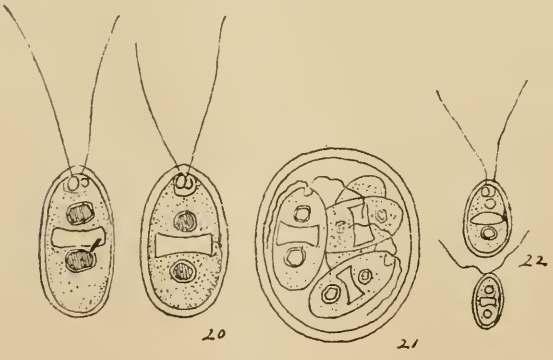


Fig. 63. 20, *Chl. pertusa*. 21, sporange. 22, zoospores.

Dimensions : 12—20 µ.

Grand-Salève, septembre-mars (Chodat).

Chl. Monadina Stein. l. c. Tab. XV, fig. 38 et 39; Dangeard, Mémoire sur les Chlamydomonadinées, 124; fig. 11—13; *Chl. Braunii* Gorosch.; l. c. 1890, Tab. XIV, XV.

Cellules arrondies ou ovales-arrondies; membrane un peu distante en arrière, munie d'une papille large et tronquée dans laquelle pénètre le cône protoplasmique; chromatophore cachant presque toute la cellule, sauf le sommet, où l'on voit les deux vacuoles alternantes; noyau central; pyrénoïde en bande courbée dans le tiers postérieur de la cellule; stigma allongé, étroit, en bâtonnet. Gamètes munis de membrane et conjugaison hétérogame (v. p. 68). Etats palmelloïdes importants.

Dimensions : 14—26 ou 18—20 μ. Fig. nostr. 43, p. 68, B.

Genève, dans un réservoir (Chod.).

Chl. longistigma Dill l. c. p. 328, Tab. V, fig. 1—8.

Cellules ellipsoïdes; membrane à double contour, papille comme celle de *Chl. Braunii,* mais plus proéminente; chromatophore en cloche. arrivant jusque vers le sommet; deux pyrénoïdes, l'un à droite, l'autre à gauche, dans l'équateur; noyau central; stigma en bâtonnet, allongé comme chez *Chl. Braunii.* Division comme *Chl. Monadina* St.; gamètes à membranes abandonnées pendant la copulation.

Observations. Dans les cultures, les pyrénoïdes s'allongent comme chez le *Chl. Monadina* (Dill).

Dimensions : 25—35 = 19—22 μ. Fig. nostr. 61, I—VII.

Chl. gigantea Dill. l. c. p. 338, Tab. V, fig. 25—30.

Cellules ellipsoïdes; chromatophore en cloche, peu échancré ou seulement jusqu'au milieu; pyrénoïdes, cinq ou plus, irrégulièrement distribués; stigma allongé, médian.

Première division : longitudinale; zygote à membrane munie d'aspérités étoilées.

Dimensions : 34—38 μ = 24—28 μ.

Carteria Diesing 1868.

Polyselmis Duj.; Tetraselmis Stein, l. c. p. 142, 1878; Cryptoglena Carter; Pithiscus Dang., Ann. sc. nat. 1888, p. 138; Corbiera Dang., l. c. 1888.

Caractères du genre Chlamydomonas, mais quatre cils au lieu de deux.

C. multifilis Dill. (Fresen). l. c. p. 341, Tab. V, fig. 51; *Chlamydomonas*

multifilis Fresen. in Abh. Senk. Nat. Ges., II, 1, 1856, p. 195, t. VIII; Goroschankin, l. c. 1891, p. 24; Tab. II, 14—23.

Cellule ovale ou arrondie, membrane mince, adhérente, dépourvue de bec, mais traversée par le cône protoplasmique du sommet duquel naissent les quatre cils; chromatophore en coupe avec une faible échancrure; pyrénoïde unique assez gros, médian ou sub-médian; stigma semi-sphérique dans le tiers antérieur; cils dépassant un peu la longueur du corps.

Première division : longitudinale. Gamètes munis d'une membrane que la zygospore 8-ciliée abandonne, la fusion faite; zygote lisse, rouge.

Dimensions : 10—16 μ. Fig. nostr. 44, M., 45 c.

Environs de Bâle (Dill.), de Genève (Chodat).

C. cordiformis (Cart.) Dill. l. c. p. 341, Tab. V, fig. 42—44; Dang., l. c. p. 148, *Cryptoglena cordiformis* Carter. Ann. and Mag. of Nat. Hist., 1858; *Tetraselmis cordiformis* (Cart.) Stein, l. c. 1878, p. 142.

Cellules un peu cordiformes, c'est-à-dire munies d'une échancrure vers l'insertion des cils; chromatophore en cloche; pyrénoïde gros et arrondi; stigma au tiers antérieur, en bâtonnet.

Neudorf, Märkt, près de Bâle (Dill.); avec Microthamnium sur le bord du lac, Versoix (Chod.).

C. obtusa Dill l. c. p. 340, Tab. V, fig. 39—41.

Cellules ellipsoïdes à membrane à double contour munies d'une papille; chromatophore en cloche allongée; pyrénoïde médian; stigma dans le tiers ou le quart supérieur, hémisphérique. Multiplication sexuelle comme *Chl. longistigma* Dill.

Dimensions : 25—30 μ.

Tourbières de Jungholz (Dill.); lac Champex (Chodat).

Carteria Klebsii (Dang.). (Pithiscus Dang.).

A sa cellule dolioliforme; membrane munie d'une petite papille conique.

Dimensions : 24 μ (espèce encore mal définie).

Il en est de même de *Corbiera vulgaris*, du même auteur. — Le *Corbiera minima* Dang. est petit, 8 = 5 μ., à membrane épaisse, à couches concentriques; le contenu est coloré en rouge (Journ. de bot. 1888, 415).

Espèces de Chlamydomonas mal connues :

Chl. pluvialis Woolle, F.-W.-A., p. 167, t. 154. — *Ch. rostrata* Cienk. Bot. Zeit. 1865, 25, t. I; *Chl. communis* Perty, l. c. t. XII, fig. 1. *C.-E.; Chl. Magnusii* Reinke, Algenflora d. westl. Ostsee. — *Chl. flaro-*

tingens Rostaf.; — *Chl. angusta* Rabh. Fl. Eur. Algar. III. 95. — *Chl. albo-viridis* Stein, l. c. — *Chl. sanguinea* Lagh.

Chlorogonium Ehrb. 1830.

Infus.; Dangeard. Recherches sur les algues inférieures in Ann. des sc. naturelles, 1888, p. 114; Id. Mémoire sur les Chlamydomonadinées, 1899, in Le Botaniste, VIme série.

Cellules végétatives fusiformes, 3 ou plusieurs fois plus longues que larges, acuminées aux deux extrémités; membrane étroitement adhérente, mince, ne présentant pas de double contour; deux cils; pyrénoïdes assez nombreux (4—5) ou beaucoup plus, répartis dans un chromatophore (Dangeard) indistinctement différencié; point oculiforme allongé, antérieur; vacuoles pulsatiles 12—16 (Krassilstschik) disséminées dans tout le corps.

Multiplication: par 4 ou (8) zoospores nées par une double division transversale; — gamètes, 8—16—32, rarement 4, (Dangeard), souvent inégaux; — isogamètes fusiformes à un seul pyrénoïde; gamètes femelles sphériques, tous nus (Dangeard) ou chlamydés (Francé). — Œufs à membrane double, colorés en jaune d'or.

Chl. euchlorum Ehrb. l. c.; Dangeard, l. c. p. 180.

Caractères généraux du genre; extrémité antérieure souvent allongée en bec; corps à peu près uniformément imprégné de chlorophylle; flagellums ne dépassant pas la moitié du corps.

Dimensions: longueur, 30—50 μ; largeur, 8—12 μ. Fig. nostr. 14, p. 40.

Bassins, assez répandu.

var β (Dang.).

Pyrénoïdes indistincts ou absents.

N'a pas encore été citée en Suisse.

Cercidium Dang. (1888).

Recherches sur les algues inférieures, Ann. sc. nat., sér. VII, t. VII, 120; Mémoire sur les Chlamydomonadinées, l. c.

Cellules fusiformes; membrane mince, cellulosique; chromatophore bien différencié, dimidié; deux pyrénoïdes, deux flagellums; plusieurs vacuoles contractiles.

Multiplication comme dans le genre *Chlorogonium*.

C. elongatum Dang. l. c. tab. XI, fig. 14—21.

Caractères du genre : 30—60 μ. sur 4 à 6 μ.

Cette espèce, confondue par Klebs avec le *Chl. euchlorum,* en est très nettement distincte (v. Dang., l. c.).

Elle n'a pas encore été signalée en Suisse.

Observations. Le *Chl. tetragamum* K. Bohlin (zur Morph. und Biolog. einzell. Algen) qui n'a qu'un pyrénoïde et deux vacuoles pulsatiles, me paraît devoir être rangé à côté des *Chlamydomonas* à chromatophore en bande pariétale et tout particulièrement le *Chl. ovata* Dang. (v. D., l. c. p. 146). Mais l'œuf est muni d'aspérités qui caractérisent très bien cette espèce. Il n'a que 4 gamètes dans le gamétange.

Sphaerella Sommerfeldt.

Magaz. for Naturvedensk. IV, p. 249, 1824 ; *Haematococcus* Agardh. (1828) Ic. Algar., t. XXII ; *Chlamydococcus* A. Braun (1849), Verjüng. in der Nat. 219 ; Cohn, zur Naturgesch. d. Protococc. pluvialis. Nova Acta, vol. XX.

Cellules mobiles, adultes, ovoïdes : membrane ordinairement distante, ample, réunie au corps plasmique par des filets ; chromatophore en cloche avec un ou plusieurs pyrénoïdes : cils, deux.

Multiplication : semblable à celle de Chlamydomonas.

Ce genre est à peine distinct de *Chlamydomonas* ; lorsque la membrane n'est pas encore vésiculeuse et éloignée du corps, les zoospores ressemblent exactement à celles de *Chlamydomonas.* C'est ce qui a poussé Lagerheim à en détacher les états *Chlamydomonas* dont il fait des espèces distinctes. (V. Schneeflora des Pichincha, B. d. d. bot. Ges. 10.)

Sphaerella lacustris Wittr. In Hansg. Prodrom. p. 105, fig. 52 ; *Volvox lacustris* Girod. Recherches chim. et micr. sur les Conferves, etc., 1802. p. 54 et 706 ; *Chlamydococcus pluvialis* (Flot.) A. Br. l. c. ; *Haematococcus pluvialis* Flotow. Nov. Act. XX ; *Protococcus pluvialis* Kütz.

Cellules mobiles 8—30 μ., diam. rouge-brique ou rouges et vertes ; cils, deux ; filets protoplasmiques qui réunissent la membrane au corps, nombreux et parfois ramifiés ; membrane à double contour ; corps dont le diamètre n'excède pas la moitié de celui de la vésicule toute entière ; le bec protoplasmique n'arrive pas au contact de la membrane, mais se prolonge en deux tubes traversés par les flagellums (à la façon de Eudorina), mais ici ces tubes sont doubles ; pyrénoïdes à ce stade, ordinairement plusieurs. Hématochrome localisé au centre de la cellule.

Multiplication : les zoospores passent par un état immobile globuleux (ou ovale ou subcylindrique) pendant lequel les membranes s'épaississent plus ou moins (état Protococcus). La germination de ces stades enkystés se fait par rejet de la membrane ou par division en 2 ou 4 nouvelles zoospores nues ou chlamydées; les gamètes sont égaux et fusiformes. La zygote est lisse.

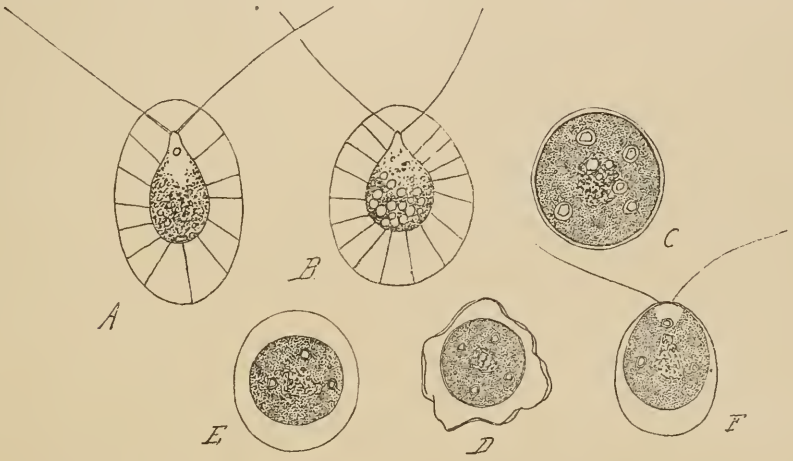


Fig. 64. *Sphaerella lacustris* Wittr. A et B. deux individus types. C, cellule enkystée, protococcoïde à plusieurs pyrénoïdes. E, D, F, stades successifs de la germination de la cellule enkystée.

Très répandu : dans les abreuvoirs en bois des montagnes qu'ils tapissent d'un vernis rouge-cinnabre; St-Cergues (Vaud); au-dessus du Bouveret; dans de petites flaques qui se maintiennent sur les pierres creuses, au bord du lac, Genève, Versoix, Nyon; sur les molasses creuses dans le Rhône, à la Plaine et à la perte du Rhône; forêt de Bremgarten, Berne (Chodat); St-Gall (Wartm.), Säntis, Tödi, Glärnisch, Jungfrau, Sidelhorn (ex. de Wildeman Cat.), Simplon (Deséglises); Côte-aux-Fées (Béguin), etc., etc.

Sph. nivalis Sommerfeldt. l. c.; terre rouge de la neige, de Saussure. Voyage dans les Alpes, II, 44; *Palmella nivalis* Hook. in Parry's 2 Voy. 328; *Protococcus nivalis* Ag. Syst., p. 13. — *Sph. niralis* Chod. sur la Flore des neiges du col des Ecandies, Bull. de l'Herb. Boiss. 1896, p. 880, Tab. 9, fig. 1—24.

Cette espèce, que la plupart des auteurs réunissent à la précédente, est encore incomplètement étudiée. Je ne sache pas qu'on ait jusqu'à présent observé de stade correspondant à celui qui est typique pour le genre et l'espèce *S. lacustris*. Par contre, les stades Protococcus et les

Fig. 65. I—IV, VI—IX, stades Protococcus unicellulaire ou sporulant; V. XI—XIII, stades mobiles tels qu'on les rencontre sur la neige fondante; IX et XIV. stades monstrueux.

états de division, ainsi que les zoospores chlamydomonadinées, sont semblables dans les deux.

Il se pourrait cependant que ces deux espèces fussent distinctes. On a décrit, en effet, des zygotes lisses pour le *S. lacustris,* tandis que celle de *S. nivalis* seraient verruqueuses (Wittrock).

Il est probable également que le *Chlamydomonas sanguinea* et le *Ch. tingens v.* β. *nivalis* Lagh., de la neige des Andes et de l'Equateur, sont également des états de cette même espèce nivale (v. nos figures).

Colore la neige, dans les Alpes et le Jura, en rouge framboise.

Grand-St-Bernard, Alphubel, col des Ecandies, Valais, Chasseral (hiver) (Chod.); glacier de l'Aar (Vogt); Bel-oiseau (Brun); St-Bernard, Engstlenalp, Meiringen, Stockhorn, Sustenpass, Sidelhorn, glaciers du Rhône, principalement vers le mois d'août, dans les combes à neige (Perty).

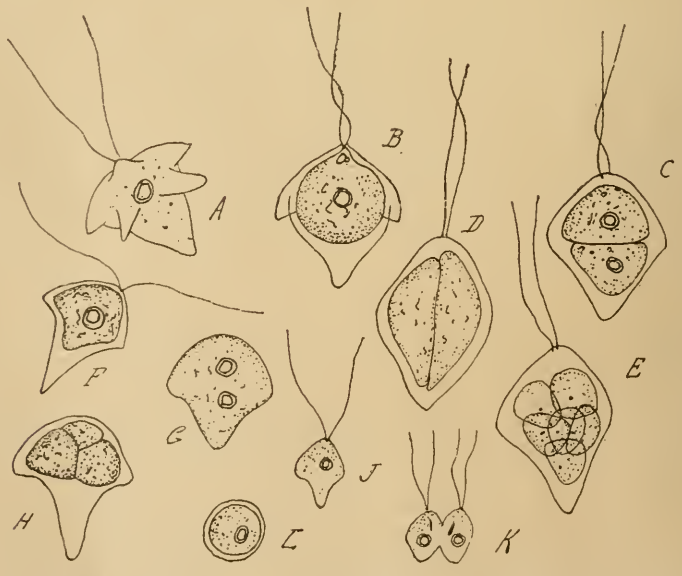


Fig. 66. *Brachiomonas submarina.* A, B, F, individus mobiles. A, ¾ face. B et F coupe optique longitudinale. G. D, C, E, H, stades divers de division. J, gamète. K, union des gamètes. L, zygote.

Brachiomonas Bohlin 1897.

Zur Morphologie und Biologie Einzelliger Alg., p. 510, fig. 2—3, in Ofversigt of Kongl. Vet. Akad. Förhandl., 1897.

Cellules à membrane mince, adhérente ou non ; partie antérieure en parasol, à plusieurs bras (4) courbés vers le bas; corps conique au-dessous des bras; deux flagellums, un pyrénoïde.

Multiplication : par zoospores issues de la bi ou 4-partition; gamètes biciliés; zygote arrondie.

Bohlin a distingué deux espèces : *B. submarina* et *B. gracilis*. — Ce sont des plantes des eaux saumâtres qui séjournent dans les creux des rochers du bord de la mer. On ne les connaissait jusqu'à présent que du Nord; je les ai retrouvées à Ajaccio dans les mêmes conditions *(B. submarina)*. Je puis ajouter que les gamètes (?) y naissent parfois par 8.

Lobomonas Dang. 1899.

Mémoire sur les Chlamydomonadinées, 115; Chlamydomonas stellata Chod., l. c. 1896.

Zoospores munies de lobes en nombre variable, tantôt seulement en arrière, tantôt sur tout le pourtour; deux vacuoles contractiles; un pyrénoïde au milieu du chromatophore massif; stigma médian.

Multiplication : la cellule immobile divise son contenu en 4 ou 8 zoospores munies de lobes peu marquées.

Mare du Salève.

C'est ici qu'il faut faire rentrer le *Chl. stellata* Chod., qui varie beaucoup et qui cadre assez bien avec le nouveau genre de Dangeard.

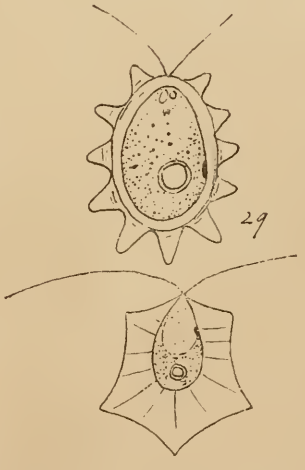


Fig. 67. 29, *Lobomonas stellata* Chod. — 30, *Pteromonas Chodati* Lemm.

Lobomonas Francei Dang. l. c., p. 115.

Dimensions : 6—12 μ.

L'évolution de cette espèce est encore mal connue.

Pteromonas Seligo 1886.

Untersuch. üb. Flagellat. in Cohn Beitr. z. Biol. der Pfl. IV. Band. II, 145, tab. VIII; Golenkin., in Bull. soc. imp. des naturalistes. Moscou, 1891, tab. XI.

Cellules à tégument ample, éloigné du corps, formé par deux valves (?) irrégulièrement sculptées, prolongées latéralement en une aile circulaire aplatie, sinueuse, parfois un peu émarginée à l'avant ou tronquée. Corps protoplasmique adhérent aux valves dans la région moyenne, mais ne se prolongeant pas dans les ailes, ovoïde; chromatophore en coupe avec un ou plusieurs pyrénoïdes: légèrement échancré en avant; deux vacuoles contractiles antérieures; point oculaire antérieur.

Multiplication : par 2—4 zoospores nées dans une vésicule gélifiée; la membrane se brise en deux valves; gamètes de deux sortes; zygote lisse, foncée ou jaune.

Pteromonas angulosa (Stein) Dang. Chlamydomonadinées 72; *Phacotus angulosus* Stein (Cart.). Infus. 142 ; *Cryptoglena angulosa* Carter., Ann. Nat. hist., 1859, 18, t. I, fig. 18 *a—c; Pteromonas alata* Seligo, l. c.

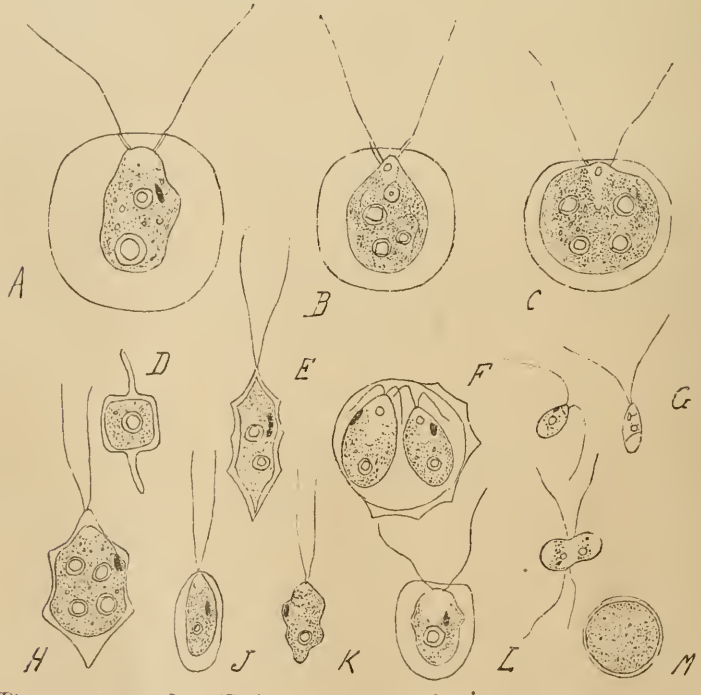


Fig. 68. *Pteromonas angulosa* (Stein) Dang. — A—C, divers états de la cellule mobile. D, section transversale montrant les deux ailes. E, vue de profil latéral. H. autre vue de profil. L, jeune individu. F, zoosporange. G, gamètes. M, zygote (Golenkin),

Cellules à ailes marginales bien définies, aplaties, vues de face, subcirculaires, munies de sculptures irrégulières en larges mailles. V. Golenk., fig. 13—15.

Dimensions : 13—26 μ. long. ; 9—23 μ. largeur.

Mares du Salève, près de Genève.

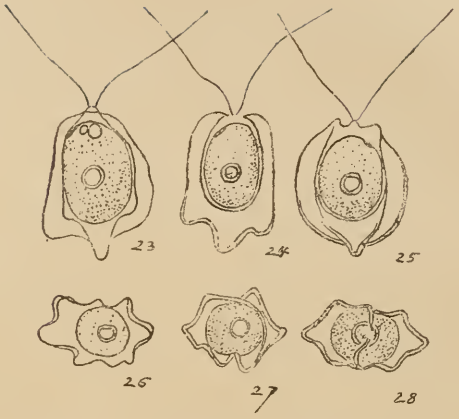


Fig. 69. — *Pteromonas sinuosa* Chod. — 23—25, divers aspects ; 26—28, sections optiques transversales ; on voit en 27 et 28 une arête médiane basilaire.

Pteromonas sinuosa Chod. nov. spec. ; *Pt. alata* Chod. Bull. Herb. Boiss. 1896. 278, fig. 23—25, non Seligo.

Diffère de la précédente dont elle a les dimensions par sa membrane sinueuse à la base, présentant une section hexagonale avec aplatissement transversal ; outre l'arête marginale, il y en a deux valvaires sinueuses qui viennent se rencontrer à la base en une crête médiane (v. fig. 71, 23 - 28).

Multiplication : par zoospores (4) dépourvues d'ailes dans leur jeune âge ; gamètes inconnus.

Mares du Salève.

Pteromonas nivalis Chod. nov. sp.

Cellules subfusiformes ou ellipsoïdes-subfusiformes, munies de côtes (8) sinueuses spiralées qui se prolongent vers les extrémités en arête

Fig. 70. *Pteromonas nivalis* Chod. A—G, divers aspects de la cellule à l'état de repos ; on voit les côtes sinueuses de la carapace. D, chromatophore visible et pyrénoïde. H et J, sections optiques transversales. L et M, valves abandonnées munies des stries caractéristiques. N, jeune individu avec chromatophore sub-étoilé et le pyrénoïde.

saillante, de là l'apparence plus ou moins crénelée des pôles; section transversale sub-étoilée, octogone. Chromatophore en plaque médiane plus ou moins étoilée, à un pyrénoïde central ou dépourvu d'amidon; cellule ordinairement remplie d'une huile jaune-dorée.

Emission des produits de la division après rupture de la membrane en deux valves.

Cellules parfois mobiles, ordinairement immobiles; cils inconnus.

Dans la neige noire, Mont-Blanc, vers 2600 m.; plateau de Cenise, 1800 m.; Vergys, 2000 m.; Reculet, 1650 m.

Je n'ai pu réussir à déterminer le nombre ou la position des cils. Cette espèce, qui devra sans doute être déplacée lorsqu'elle sera mieux connue, paraît constante dans la neige noire de la région des Alpes savoisiennes et du Jura genevois.

Pteromonas Chodati Lemmermann. Ber. d. d. bot. Ges. XVIII, 1900, p. 94; *Pteromonas angulosa* Chodat, Bull. Herb. Boiss. 1896, p. 278, fig. 30, non Dang.

Cellule héxagone, vue de face les deux côtés latéraux plus longs que les inférieurs, ceux-ci plus développés que les antérieurs. Corps protoplasmique ovoïde portant deux cils éloignés de la membrane et réunis à cette dernière par de minces filets; chromatophore en cloche avec un pyrénoïde en arrière, largement et profondément échancré; stigma médian.

Mare du Salève, octobre-novembre. Fig. nostr. 68, (30).

Lemmermann, dans un travail récent (l. c.), reconnaît en outre les espèces suivantes :

Pt. cordiformis Lemm. *(Chlamydococcus alatus* Stein, l. c. Tab. XV, fig. 56). — *Sphaerella alata* Lagh. pr. p. œfvers of Kongl. Sv. Vet. Akad. Förhld. 1883, n° 2, p. 58. — *Haematococcus alatus* (St.) de Toni, qui est caractérisée par une enveloppe cordiforme.

Pt. rectangularis Lemm. *(Chl. alatus* Stein, l. c. fig. 55), à enveloppe subquadrangulaire vue de face.

Pt. protracta Lemm. (*Chl. alatus* St., l. c. fig. 57), à enveloppe quadrangulaire, à angles plus ou moins arrondis et à côtés munis d'un épaississement.

Je ne saurais considérer ces trois espèces que comme des formes du *Pt. angulosa* Dang., qui est variable.

Pt. aculeata Lemm. Ber. d. d. bot. Ges. 1900, l. c. 94; ¡Tab. III, 11, *a. b, c.*

Cellule ovale ou un peu anguleuse; enveloppe quadrangulaire ou

presque quadratique, à faces planes, presque plane (?) et les angles prolongés en pointes.

Silésie, près d'Oppeln.

Phacotus Perty 1852.

Kl. Lebensformen. Tab. XI, fig. 3 ; Dangeard, Chlamydomonadinées, 118.

Zoospores lenticulaires, biconvexes; membrane épaisse formée de deux valves rugueuses de couleur sombre, à couches concentriques, séparés du corps par un large intervalle ou non séparées. Chromatophore massif ne laissant libre que le tiers antérieur; pyrénoïde, un seul ou plusieurs.

Multiplication : Sporange à 2—8 zoospores (16 ?) formées dans une vésicule qui écarte les deux valves, par bipartition longitudinale, puis transversale.

Les jeunes zoospores ne sont pas pourvues de valves.

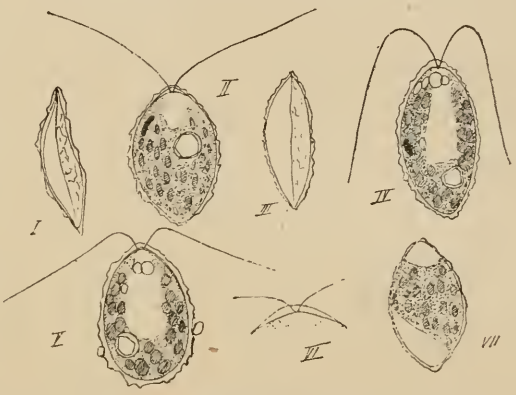


Fig. 71. *Phacotus lenticularis* Stein. I et III, vue de profil de la cellule. II, IV, V et VII, divers aspects de la cellule ciliée. VI, insertion des cils.

Ph. lenticularis (Ehrenb.) Stein. l. c.; Dang. l. c.; *Cryptomonas lenticularis* Ehrb.; *Phacotus viridis* Perty, l. c.

Caractères du genre ; dimensions du *Pteromonas angulosa*.

Berne, lacs de Neuchâtel, de Zurich, etc. (Perty).

Ph. Lendneri nob. nov. sp.

Diffère du précédent par ses valves couvertes de stries spiralées très nombreuses.

Lac de Zurich. Rapperschwyl (Chodat).

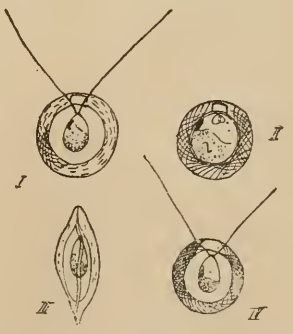


Fig. 72. *Phacotus Lendneri* Chod.

Coccomonas Stein (1878).

Infus.; Dang. Recherches, An. sc. nat. 1888, 143.

Ne diffère du genre précédent que par son enveloppe ovale et non lenticulaire, dure et fragile.

C. orbicularis Stein n'a pas encore été signalée en Suisse.

Gonium Muell (1773).

Vermium historia, p. 60.

Cénobe plan, quadrangulaire ou subquadrangulaire, comprenant 4 ou 16 cellules; membranes gélifiées générales et spéciales, ces dernières unissant les individus par des anastomoses; cellules ovoïdes; chromatophore en cloche, fortement échancré à la façon du *Chlamydomonas de Baryana,* c'est-à-dire le fond de l'échancrure horizontal; un seul pyrénoïde dans le tiers inférieur; deux vacuoles contractiles; stigma absent ou médian, ellipsoïde; cils sortant de la gelée, isolés, deux par cellule.

Multiplication : 1° par zoospores nées par 4 ou par désagrégation de la colonie; 2° par cénobes formés pendant la marche et souvent dans la cellule munie de ses cils. Isogamie; zygote lisse ou rugueuse (?). — Etats palmelloïdes comparables à ceux de Chlamydomonas.

Gonium sociale (Dujard). Warming in Bot. Tidskrift 3 R. I, Bd., p. 69-84. — *Gonium tetras* A. Br. in Kirchn. Alg. Schles., p. 90.

Colonies quadricellulaires, 20—48 μ, larges; cellules unies par un processus latéral de la membrane; bec ou papille apicale conique; cils sortant des deux côtes de cette papille; stigma toujours situé un peu au-dessous de l'équateur; deux vacuoles contractiles apicales; noyau au milieu de la tache claire.

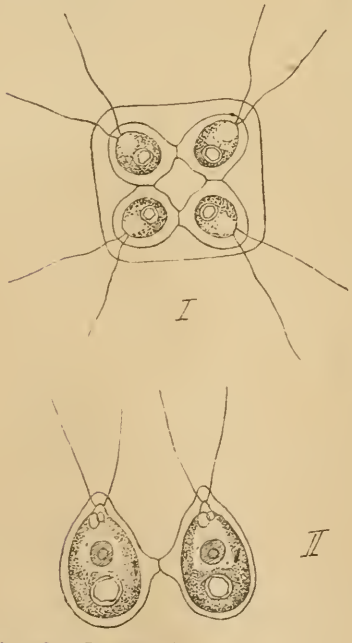


Fig. 73. *Gonium Sociale* Warm. I. Famille quadricellulaire. II. Deux cellules vues de profil.

Multiplication : 1° par migration des cellules constituantes qui se comportent comme un Chlamydomonas; 2° par autocolonies formées pendant la marche de la colonie mère aux dépens de l'une ou de l'autre des cellules. Gamètes égaux : zygote lisse donnant à la germination naissance à 4 cellules.

Selon Lemmermann, les hypnospores de *G. sociale* auraient des perles sur leur membrane et seraient colorées en jaune-orangé (10-13 μ).

Salève, bassin du jardin botanique de Genève, Ariana, etc. (Chod.); bords du lac de Constance (Kirchner).

Gonium pectorale Müll. Verm. hist. l. c.; Chodat, Matériaux. Bull. de l'Herbier Boissier 1894, 593; *Gonium helveticum* Perty l. c., tab. XI, fig. 6.

Cénobe 16-cellulaire; 12 cellules périphériques et 4 cellules centrales; morphologie de l'espèce précédente, mais cellules plus trapues, moins acuminées: chromatophore à échancrure moins anguleuse, plus arrondie. Stigma apical (Perty).

Multiplication : par cellules isolées (rarement), par cénobe quadricellulaire ressemblant à *G. sociale*. Chacune des cellules peut donner naissance à un cénobe 16-cellulaire. Fig. 56, 57.

Isogamie; zygote rugueuse se divisant par 4 à la germination.

Genève, bassin de l'Ecole de médecine (Chod.); Ariana, bords du lac de Genève, étangs, près Bienne, Jardin botanique de Berne (Chod.). (Selon Lemmermann, les hypnocystes de *G. pectorale* seraient lisses, 16 μ).

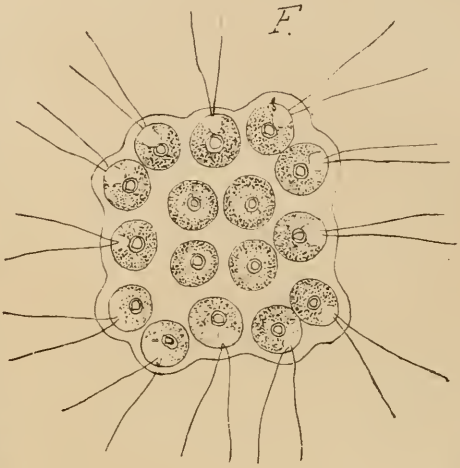


Fig. 74. *Gonium pectorale.* Famille 16-cellulaire.

Il est impossible de savoir ce que Perty entendait par *Gonium punctatum*, l. c. p. 178.

Stephanosphaera Cohn 1852.

Fig. 75. *Stephanosphaera pluvialis.* B, C, E, F. Colonies bi, octo et unicellulaires. A, colonies donnant naissance à des autocolonies et à des groupes de gamètes. D, formation de gamétanges (Hieronymus).

Ueber eine neue Gattung aus der Famil. der Volvoc. in Zeitschrift. für wiss. Zoologie IV, 1, p. 77—116; Hieronymus Ueber *Stephanosphaera pluvialis* Cohn, in Cohn Beiträge z. Biolog. d. Pfl. 51—78, t. III, IV!

Cénobe sphérique ou ellipsoïde entouré par une membrane à double contour net;

cellules (1) 2 à 8 disposées en une série équatoriale annulaire, plus rapprochées du pôle postérieur que de l'antérieur; pendant l'état végétatif, munies de prolongements verts ou incolores, filets simples ou ramifiés au moyen desquels elles adhèrent à la membrane définie; cils de toutes les cellules dirigés vers le même pôle, sortant de la gelée isolément; point oculiforme antérieur; cellules avant la reproduction, ovales, arrondies, sans filets d'adhésion; pyrénoïdes, deux (un), ou plus.

Multiplication : chaque cellule, après s'être arrondie, subit une double bipartition qui est l'origine des colonies quadricellulaires, ou se divise encore une fois selon le schéma des Volvocinées (colonies à 8 cellules disposées en couronne), cette division n'a pas toujours lieu simultanément dans les 8 cellules; parfois migration d'une cellule isolée avant de se diviser.

Sexualité : Gamètes formés par (4), 8, 16, 32, selon le mode de la division larvaire et groupés en microgonidies disposées souvent encore en anneau; les cellules gamètes s'allongent en fuseau et finissent par se séparer et se mouvoir dans la membrane générale. Copulation latérale des gamètes; zygote arrondie, jaune-brunâtre.

St. pluvialis Cohn. l. c.; Hieronymus l. c. Tab. III et IV.

Colonies globuleuses, 30—60 μ.; cellules végétatives, 7—12 μ., vertes, sauf au-dessous du bec; pyrénoïdes gros; cils dépassant la vésicule commune, ordinairement plus long que le corps.

Eau qui séjourne dans le creux des pierres, principalement dans la région montagneuse.

N'a pas encore été rencontré en Suisse.

Pandorina Bory (1824).

Encycl. Method.; Ehrenberg., Infus. (1830), p. 53. Pringsheim, Ueber Paarung in Monatsbericht d. K. Akad. der Wissenschft. z. Berlin 1869, p. 721, 728.

Colonies globuleuses ou subglobuleuses; cellules par (4), 8 ou 16, serrées en une boule dense, obovoïdes ou ovoïdes; à cils divergeant dès le début; point oculiforme antérieur, hémisphérique; colonies souvent composées; enveloppe générale entourant 16 colonies ciliées.

Multiplication : par formation de nouvelles colonies aux dépens des cellules de la colonie mère et production d'une colonie composée — par zoospores — par gamètes égaux ou sub-inégaux fusionnés latéralement ou bec à bec; gamètes largement ovoïdes; zygote lisse.

Pandorina morum (Muell.). Bory, Encyclop. méthodique l. c., Pringsheim l. c. *Botryocystis Morum* Kütz. Phyc. gén., p. 170. Fig. nostr. 58.

Commune : Ecole de médecine, Genève (Chod.), lac à Morges (Forel), lac Taney (Schnetzler, Chodat), lac de Zurich (Schrœter, Chodat), lac de Côme (Chod.), bords du lac de Constance (Kirchn.), Grand-St-Bernard, (de Wildeman), Gümlingermoos, Guttanen, St-Gall (Perty).

Eudorina Ehrb. (1831).

Monatsbericht. Berlin. Akad. 1831, p. 78 et 152; Gœbel, Systematik, p. 41, fig. 17, 18. Goroschankin, Genèse du type des algues palmelloïdes, Comptes-rendus de la Soc. impériale des naturalistes de Moscou, t. XVI, 40, tab. II.

Colonies ellipsoïdes ou subglobuleuses présentant deux pôles, l'un arrondi, l'autre antérieur, tronqué ou légèrement mameloné; cellules disposées ordinairement en 5 anneaux, 2 polaires à 4 cellules, 3 médians à 8 cellules subsphériques rapprochées de la périphérie; cils sortant par paires, rapprochés même au sortir de la colonie et divergeant seulement alors; un pyrénoïde; point oculaire antérieur.

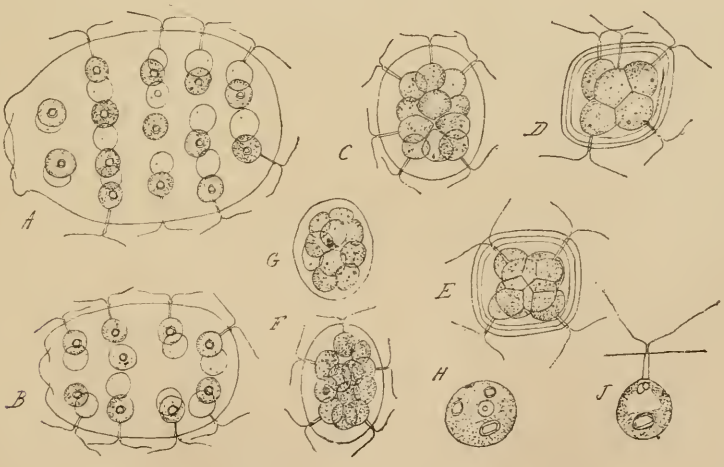


Fig. 76. *Eudorina elegans* Ehrb. A. cénobe 32-cellulaire. B. cénobe 16-cellulaire. C. et F. jeune cénobes 8 ou 16-cellulaires. H. cellule ayant perdu ses cils et multiplié ses pyrénoides. I. cellule isolée.

Multiplication : par division végétative débutant à la façon d'un Gonium et production de nouvelles colonies — par gamètes : les 4 cellules antérieures deviennent cellules mères des anthérozoïdes fusiformes, tandis que les 24 autres cellules ne subissent point de bipartition et deviennent gamètes femelles — ou colonies sexuées dioïques.

Anthérozoïdes à bec allongé, à queue jaunâtre, à pyrénoïde vermiforme. Zygote à membrane lisse.

Eudorina elegans Ehrb. l. c., p. 78 et 152, t. II. fig. 10; *Eudorina stagnalis* Wolle F. W. Alg. U. S., p. 160; *Pleodorina illinoiensis* Kofoid l. c.; Pleodorina? Schaw.

Colonies, 40—150 μ; cellules végétatives, 10—25 μ.

Flaques, mares, étangs, lacs. — Salève (Chod.), lacs de Zurich et de Constance (Schrœter et Kirchner).

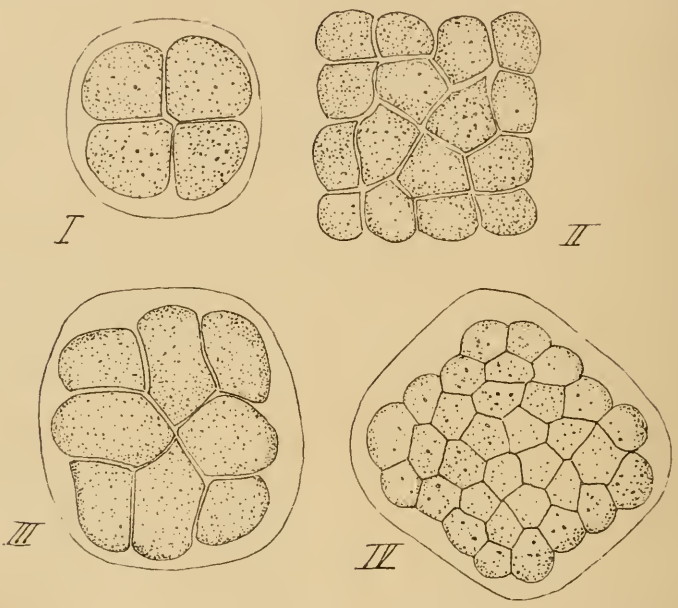


Fig. 77. *Eudorina elegans.* I.—IV. Etat larvaire du stade 4 cellulaire au stade 32 cellulaire. Comparez au Schéma pg. 42. (Ostrokowa.)

R. Schaw (Bot. Gaz. XIX, 278 (1894) a proposé le nom de *Pleodorina* pour ce qu'il considère un nouveau genre de Volvocinées. — Les colonies ont 187—258 μ, les cellules végétatives 7—12 μ, les reproductrices 25—30. Ni la structure des cellules, ni le mode de division, ne diffèrent de ceux d'Eudorina. Je ne trouve de réelle différence que dans le nombre des cellules de la colonie, qui peut s'élever jusqu'à 128. En outre, l'auteur a constaté que les cellules sont différenciées en cellules végétatives et cellules reproductrices, ces dernières dépassant 2-3 fois en diamètre les premières.

Kofoid (Plankton Studies, Bull. of the Illinois State Laboratory, vol. V, p. 273) a décrit sous le nom de *Pleodorina illinoiensis* Kof. une seconde espèce qui ne diffère absolument pas de l'*Eudorina elegans*, sinon par le fait que les 4 cellules antérieures seraient exclusivement végétatives. Je n'y vois qu'un stade physiologique de l'*Eudorina elegans.*

Platydorina Kofoid (1899).

Bull. of the Illinois State Laboratory, vol. V, art. IX.

Colonies aplaties, les deux faces comprimées de telle manière que les cellules des deux faces alternent; cils dirigés des deux côtés; différenciation en un pôle antérieur et postérieur. Caractères des cellules semblables à ceux d'Eudorina.

Platydorina caudata Kofoid. l. c.

Colonies ondulées en un plan, en forme de fer à cheval; cellules 16 ou 32 (d'après Kofoid).

A rechercher en Suisse.

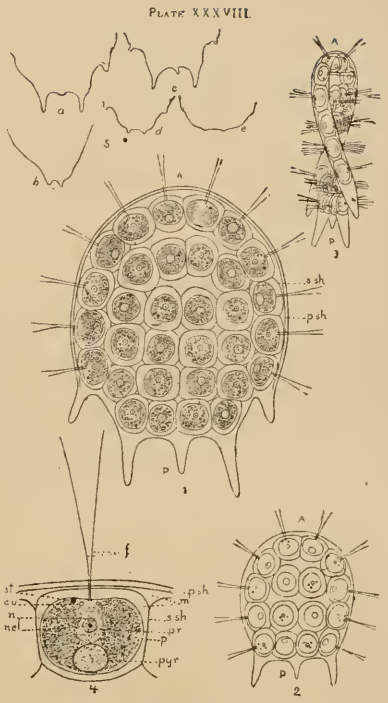


Fig. 78. *Platydorina caudata.* 1 Colonie vue de face. 2. Colonie 16-cellulaire. 3. Colonie vue de profil. 4. Cellule de la colonie; *n*, nucleus; *cu*, vacuole; *st*, stigma; *pyr.*, pyrénoïde; *m*, membrane. 5. Section transversale d'une colonie.

Volvox (L. 1758) Ehrb. (1830).

Infus., p. 68; Cohn. Ann. sc. nat. 4me série, tome V, 328; Klein. Volvox Studien, Pringsheims Jahrbücher.

Cénobe sphérique; cellules très nombreuses (200—22000) disposées à la périphérie en une couche unique entourant une cavité plus ou moins grande, différenciées en éléments végétatifs et reproducteurs, les premiers occupant l'hémisphère antérieur; cellules réunies par des filets protoplasmiques.

Multiplication : asexuelle: limitée à certaines cellules, se faisant selon le mode décrit pour *Eudorina.* — Sexuelle: œufs formés aux dépens d'une cellule reproductrice grossie qui a perdu ses cils et s'est entourée d'une auréole gélifiée. — Anthéridie formée comme chez *Eudorina,* mais parfois à (8) 256 cellules vermiformes munies d'un bec incolore mobile et d'une queue jaunâtre. — Zygote à membrane étoilée ou lisse.

Volvox aureus Ehrb. Infus., p. 71, t. IV, fig. 2.

Colonies de 200—500 μ formées de 200 à 900 cellules: cellules ellipsoïdes munies de deux cils qui sortent parallèlement; un pyrénoïde, une vacuole (?); un stigma antérieur; membrane générale de la colonie,

mince; membrane spéciale de chaque cellule gélifiée et prolongée en cône vers le centre de la colonie, qui ne comprend qu'un espace vide restreint. Le protoplasma n'occupe que la région la plus externe de cette vésicule conique gélifiée (Meyer). Vue de face et avec des réactifs appropriés, la gelée générale montre une structure alvéolaire, à alvéoles arrondies. La colonie sphérique se divise en une hémisphère végétative dont les cellules sont incapables de devenir des spores ou des cellules sexuées et qui sont réunies par des filets protoplasmiques simples; les cellules de l'autre hémisphère ont des anastomoses protoplasmiques nombreuses.

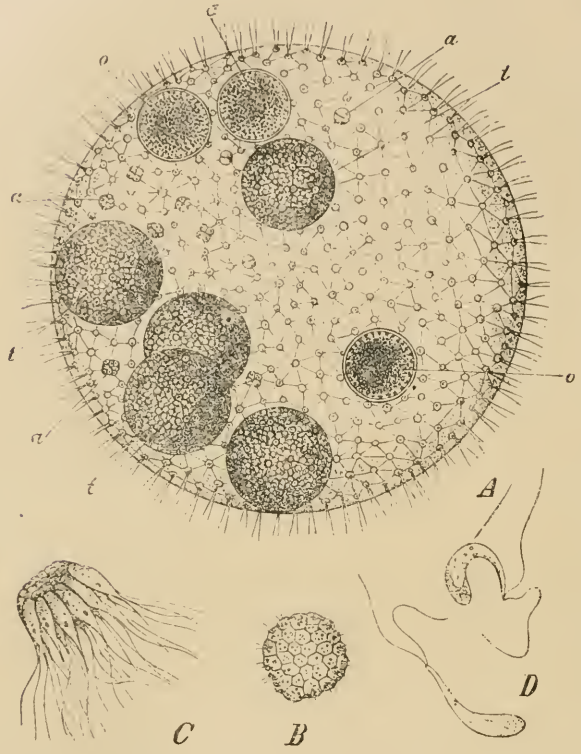


Fig. 79. *Volvox aureus*. A. Colonie avec 3 œufs qui viennent d'être fécondés, *o* et des stades larvaires qui produiront par division ultérieure les anthérozoïdes; *t*, colonies filles végétatives. B. Colonie à anthérozoïdes vue du sommet. C. Vue de profil. D. Anthérozoïdes isolés (d'après Klein).

Cellules végétatives, 4—6, 5 μ.; parthénogonidies, 10—12 μ.; oogones, 50—60 μ.; anthérozoïdes groupés par faisceaux de 16 (10—13 = 3.3).

Oospore lisse, brun-rougeâtre.

Wenigerweiher, St-Gall, Werdenberger See (Heuscher); environs de Zurich (Overton). — Fossés de Pinchat, Genève (Chodat).

Volvox globator (L.) Ehrb. l. c. — *Volvox monoicus* Cohn; *Volvox stellatus* Ehrb. — *Sphaerosira Volvox* Ehrb.

Colonies, 680—800 μ.; cellules très nombreuses, ordinairement plusieurs milliers; cellules végétatives petites, 2—3 μ.; membrane générale de la colonie, mince; membrane spéciale de chaque cellule gélifiée, en section transversale radiale subquadrangulaire, vue de face, hexagonale; ces cellules forment une couche unique qui entoure une grande cavité

remplie de liquide; protoplastes étoilés à six bras, en section radiale largement triangulaires.

Parthénogonidies (8); oogones (20—40) 50 μ; anthéridies, 35—40, à anthérozoïdes nombreux, 5—6 μ. Oospore brunâtre à épispore étoilée.

Environs de Zurich (Overton, Schinz). — Engelmoos (Perty).

Gymnomonadées.

On peut dériver des Chlamydomonadées un certain nombre de formes unicellulaires qui se comportent comme des *Chlamydomonas,* mais sont dépourvues de membrane et ont varié selon des directions propres.

Déjà les zoospores et certains états végétatifs de *Sphaerella* sont dépourvus de membrane gélifiée ; ils servent de passage vers les Gymnomonadées.

Nous ferons rentrer ici les *Chloraster*, les *Pyramimonas* et les *Polyblepharis.*

Pyramimonas ressemble à un *Chlamydomonas* nu, mais il y a quatre côtes assez proéminentes. Le corps est aminci à la base, élargi au sommet ; au-dessus de chaque sillon se trouve un cil, ce qui fait 4 cils par individu. Le pyrénoïde ne manque pas ; il est à l'arrière du corps très près du point rouge, le noyau est à l'avant. La cellule se divise longitudinalement pendant la marche ; deux nouveaux cils apparaissent de chaque côté ; le chromatophore se fend longitudinalement et le pyrénoïde se divise.

Les ailes du chromatophore rappellent celles dont il a été question à propos du *Chl. Steinii ;* les 4 cils ont leur analogue chez *Chl. multifilis* et la division longitudinale pendant la marche est réalisée chez plusieurs Volvocinées. Il y a à la partie antérieure du corps 1—2 vacuoles.

Polyblepharis n'en diffère guère que par le nombre des cils qui est de 6—8, tandis que chez *Chloraster* il y en a cinq. La métabolie est plus marquée chez ce dernier genre que chez les deux précédents.

Cette métabolie si curieuse ne doit cependant pas faire sortir ces plantes de ce groupe parallèle aux Chlamydomonadées, car nous savons qu'elle est une conséquence de la disparition de la membrane. Ce même phénomène s'observe d'ailleurs chez les Péridiniacées où l'on peut suivre pas à pas le passage des formes rigides aux formes métaboliques.

Les *Chloraster* sont des unicellulaires fusiformes munis de deux cils, à deux ou à plusieurs pyrénoïdes, à œil antérieur. Ils se multiplient par segmentation transversale (?) après multiplication des pyrénoïdes.

Les 4 ou 8 *gamètes* grandissent et s'allongent dans la cellule mère; ils sont égaux ou inégaux et se fusionnent par deux. La zygote rouge et lisse germe en donnant 4 nouveaux individus tout d'abord colorés en rouge comme les zoospores de *Pandorina*.

Il existe encore un assez grand nombre de Protozoaires qui devront rentrer dans ce groupe ou s'y rattacher.

Ceci est particulièrement vrai des *Polytomées* [1]) qui répètent les formes connues pour les *Chlamydomonas*. Ce n'est pas la membrane qui leur fait défaut, mais la chlorophylle et le pyrénoïde. On y compte deux genres: *Polytoma* et *Chlamydoblepharis*.

C'est ainsi que par les *Pyramimonas* et le *Chloraster* les *Chlamydomonas* confinent aux Flagellées vertes et par les Polytomées aux Flagellées incolores.

Protococcacées.

I. Euprotococcées.

Cellules isolées ou réunies en un cénobe fugace ou persistant, librement nageantes (Plancton); multiplication par division successive du contenu; spores, autospores (rarement zoospores) ou autocolonie.

II. Characiées.

Cellules isolées, utriculaires ou fusiformes différenciées en base et en sommet fixées sur des plantes aquatiques par un stipe plus ou moins long ou par un disque d'adhésion; multiplication par division successive du contenu qui donne naissance à un nombre assez considérable de zoospores biciliées.

III. Endosphérées (groupe provisoire).

Cellules isolées arrondies, utriculaires ou siphonées, courtement ramifiées, souvent munies de boutons cellulosiques; chromataphores multiples à pyrénoïde, rayonnant souvent vers l'intérieur de la cellule, multiplication par spores, zoospores et gamètes.

---

[1]) *Francé, Polytomées,* Pringsh. Jahrb. f. w. bot. Bl. XXVI, 2, 1894.

Protococcacées.

I. Euprotococcées.

Les Protococcacées sont des algues unicellulaires parfois groupées en colonies homogènes, rarement hétérogènes. On peut dire d'elles qu'elles réalisent le type sporangial des Palmellacées. A cet état, ce sont des cellules isolées à membrane lisse, de forme sphérique, dans l'intérieur desquelles naissent 2, 4 ou plusieurs spores.

Mais, dans le cours de leur évolution phylétique, elles ont acquis des particularités qui en font l'un des groupes les plus intéressants du règne végétal. Quoique pour la plupart dépourvues d'éléments mobiles, elles semblent dériver de types pourvus de zoospores. En effet, on retrouve ces dernières dans quelques genres isolés par ce caractère, mais qui par le reste de leurs particularités ne se laissent nullement séparer des types azoosporés. *(Dictyosphaerium, Golenkinia, Pediastrum)*. On peut d'ailleurs expérimentalement démontrer la possibilité de cette théorie. En cultivant des Protococcacées normalement zoosporipares dans des solutions nutritives un peu plus concentrées que leur milieu naturel (Solut. Knopp à 1—5 $^0/_{00}$) les produits de la division ne développent pas de cils et sont expulsés à l'état de spores arrondies. Cette expulsion, comme celle des zoospores (v. p. fig. 81), s'effectue d'ordinaire par le gonflement d'une substance gélifiable qui constitue la couche interne de la membrane cellulaire du sporange, ainsi que de la substance intersporaire. Cette substance joue un rôle important dans leur évolution ontogénique et détermine, ainsi qu'il sera dit plus loin, plusieurs des associations les plus curieuses.

De la forme sphérique qui paraît primitive, puisqu'elle se retrouve au début de toutes les formes qui n'ont pas subi une trop forte différenciation, on passe, dans cette famille, par toutes sortes de transitions, aux formes ellipsoïdes, ovoïdes, bacillaires, en croissant, vermiformes, polyédriques, etc.

Tandis que parmi les Protococcacées à cellules très différenciées les unes, de beaucoup les plus rares, produisent des zoospores ou des spores qui n'atteignent leur différenciation définitive et caractéristique qu'après leur expulsion (*Pediastrum, Golenkinia*, etc.) ; chez d'autres les spores mûrissent dans la cellule mère ou elles prennent déjà les caractères qui sont spéciaux aux cellules adultes. C'est ainsi qu'on les voit parfois sortir tout armées de la cellule mère lors de la rupture de cette dernière ; l'hérédite semble agir ici en raccourci ; le stade juvénil est supprimé, il y a raccourcissement dans l'évolution ontogénique. Les spores, au moment de leur expulsion, sont semblables aux cellules mères adultes.

J'ai nommé ces productions *autospores*. Parfois le stade sporangial semble faire défaut ; même dans les cellules arrondies la multiplication se fait ordinairement par division successive. Cette succession est apparente dans le cas spécial qui nous occupe. Dans certains types baculiformes, fusiformes ou néphroïdes, la membrane sporangiale étant très fugace la multiplication aboutissant par division successive à une espèce de fragmentation, il paraît alors que la multiplication se fait par scissiparité. Je vais montrer que cela n'est qu'en apparence.

On peut établir chez les Protococcacées diverses séries. Il est permis de supposer que ces curieux végétaux ont varié dans plusieurs directions, réalisant dans chaque série des dispositions analogues, en particulier des groupements cénobiens qui constituent des stades vicariants, mais qu'il faudrait se garder de vouloir homologuer les uns aux autres.

Parmi les plus simples se trouve le genre *Palmellococcus*, genre que j'ai créé pour une algue qu'on trouve communément sur les parois des serres humides. Sa membrane est formée au moins de deux couches dont l'interne est cellulosique. C'est à l'intérieur de cette membrane que se fait tantôt une bipartition unique, tantôt une double bipartition du contenu. Dans les conditions ordinaires la division se borne à cela et les produits de la division qui s'arrondissent sont expulsés par la rupture de la membrane d'un côté et par la production d'une gelée qui est sans doute due au gonflement du revêtement interne de la membrane de la cellule mère et de la substance intersporaire.

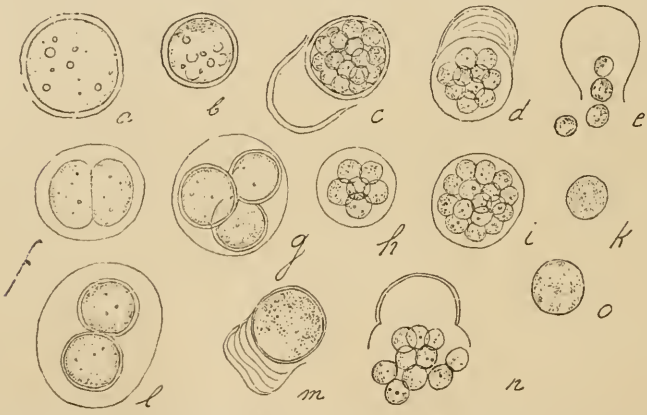


Fig. 80. *Palmellococcus miniatus* Chod. *a, b*, deux cellules ; *c*, rénovation (exuviation) d'une cellule sporange ; *d*, spores encore entourées d'une vésicule, expulsées par le gonflement de la gelée qui se voit en arrière en couches stratifiées ; *e*, quelques spores libérées ; *f*, bipartition ordinaire ; *g*, tétrasporange ; *h*, *i*, pléiosporange ; *k*, *o*, spores grossies sans membrane à double contour visible ; *l*, deux spores dans l'enveloppe matricale gélifiée ; *n*, expulsion des spores, la membrane et le vésicule spéciale sont rompues.

On ne connaissait que ce mode de multiplication. Nous avons montré qu'il suffisait de cultiver cette plante pour produire une division plus active qui aboutit à la formation de 32 ou 64 petites spores presque nues auxquelles il ne manque que des cils pour constituer des zoospores.

Il a donc suffi d'un changement léger dans les conditions de culture pour inciter une algue se multipliant normalement par bipartition du contenu à produire un sporange type tel qu'on le rencontre chez beaucoup de Palmellacées ou de Protococcacées.

Il y a souvent un simple rajeunissement, c'est-à-dire le contenu protoplasmique s'entoure d'une nouvelle membrane et l'ancienne est rejetée. Cette algue peut donc être, selon les circonstances, mono, diplo ou polysporée.

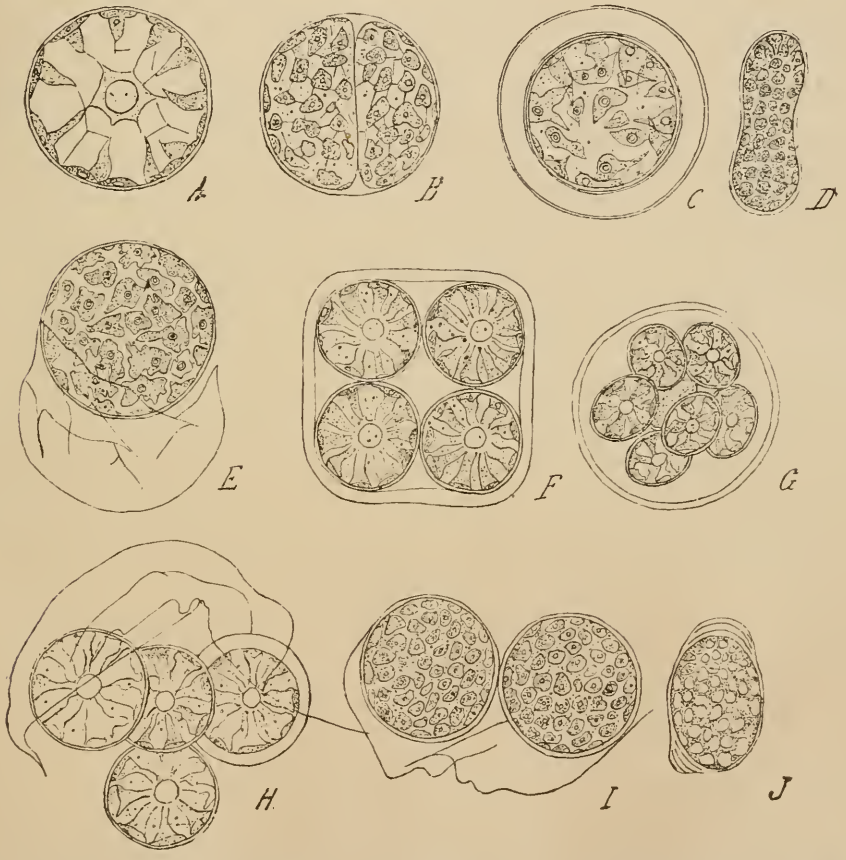


Fig. 81. *Eremosphaera viridis* De Bar. A. Cellule isolée. B Division en deux. C. Cellule à membrane gélifiée D. Cellule anormale hypnocyste. E. Exuviation (rajeunissement) d'une cellule F. Tétrasporange. G. Sporange. H. I. Expulsion des 4 ou 2 spores. J. Hypnocyste.

Il arrive parfois que les deux spores qui ont été expulsées sont retenues l'une à l'autre par la substance intersporaire. Ce double organisme constitue le stade le plus inférieur, le plus élémentaire d'un *cénobe*. Le cénobe n'est ici qu'accidentel.

Dans les *Tetracoccus* qui sont également sphériques et souvent dépourvus de pyrénoïde les cellules ne sont pas isolées, mais secrètent une gelée qui les réunit en colonie palmelloïde. Dans une gelée semblable, les vrais *Schizochlamys,* également dépourvus de pyrénoïdes, se comportent comme les *Palmellococcus* à leur état naturel. Ce qui les distingue, c'est que la membrane entourante est rompue en valves régulières qui persistent autour des cellules rajeunies, des diplo ou des tétraspores immergées dans la gelée péri-et intersporaire.

Cette variation dans le nombre des spores s'observe également chez le curieux genre des tourbières, *Eremosphaera* dont les cellules sont les plus grosses des Protococcacées d'eau douce.

Tandis que dans le genre *Schizochlamys* la membrane de la cellule mère se rompt en plusieurs parties qui sont isolées et éloignées par la gelée, chez le *Dictyosphaerium* l'enveloppe se rompt en deux ou 4 valves

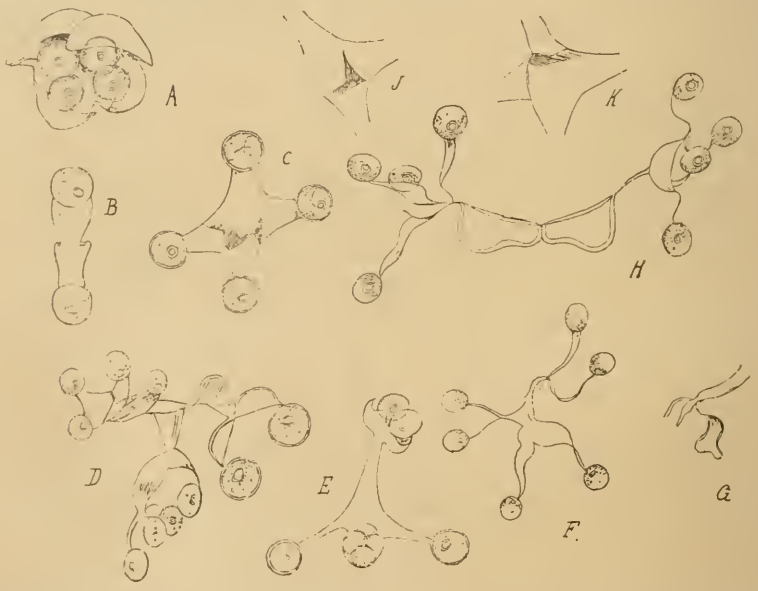


Fig. 82. *Dictyosphaerium Ehrenbergianum.* A. Cellule se brisant en 4 pour laisser sortir les spores; membrane de la cellule mère découpée en deux lanières au sommet desquelles sont insérées les spores. C. Colonie 4-cellulaire. D. Colonie plus avancée. E. Cellules filles les unes indivises, les autres en sporulation. F. Apparence du squelette dans une colonie adulte. G. Portion du squelette. H Jeune colonie provenant d'une première bipartition, suivie d'une quadripartition. J. Centre du squelette. K. Id, montrant l'insertion des lambeaux de la cellule-mère.

qui restent unies d'un côté. C'est comme si dans cette membrane il y avait des lignes préexistantes de moindre résistance. La gelée éloigne les deux ou quatre spores qui vont s'insérer à l'extrémité des valves, bientôt étirées ou tordues par la tension de la gelée péri et intersporaire, constituent un squelette lacinié ou filamenteux qui, se répétant

pour chaque cellule, finit par constituer de curieuses arborescences, 4-chotomiques au sommet desquelles sont placées les dernières spores. Le cénobe qui était indéterminé dans les *Tetracoccus* et les *Schizochlamys* prend ici une forme déterminée caractéristique pour le genre. Ces boules gélifiées, traversées par cet échafaudage tétrachotomique et occupées à leur périphérie par la dernière génération, donne bien une idée des associations définies que peut produire une Protococcacée de cette première série.

Chez des plantes aussi régulières que celles qui viennent d'être citées, les colonies seront nécessairement plus ou moins pisiformes ou globuleuses.

A côté de ces genres dont les cellules ont leur paroi lisse, se trouvent des types mieux adaptés à vivre suspendus dans l'eau. Ce sont ceux qui ont développé des piquants à leur surface.

Je prendrai comme type le *Golenkinia radiata* dont j'ai fait une étude détaillée. Autour de la cellule arrondie se trouve une membrane gélifiée traversée par de fins prolongements rayonnants, dépendance de la membrane; on remarque dans cette membrane une zône externe non cellulosique et un revêtement interne cellulosique. Des spores naissent par bi ou quadripartition du contenu; elles sont subitement expulsées par le gonflement de la gelée et, demi-amiboïdes ou nues, se glissent au dehors par un pore assez étroit.

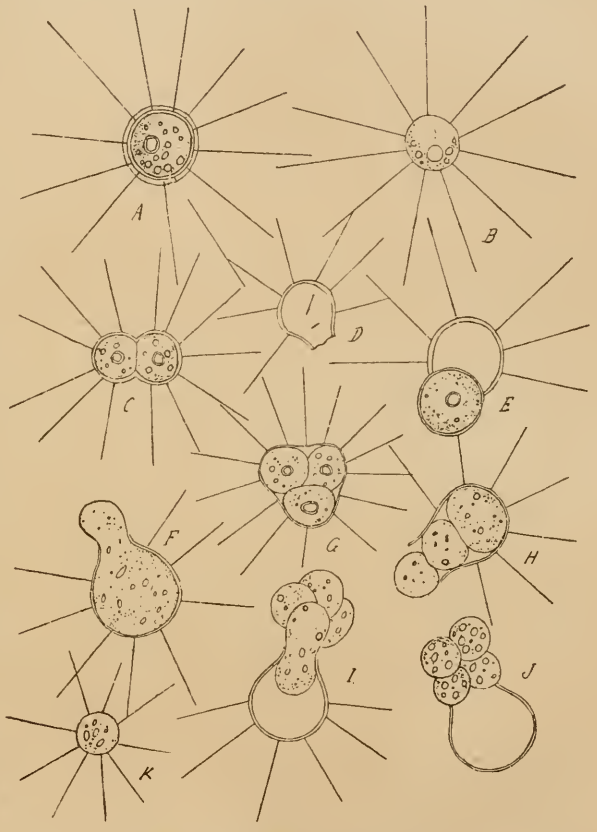


Fig. 83. *Golenkinia radiata*. A. Cellule avec sa triple enveloppe, cellulosique, pectosique, et gelée. B. Jeune cellule. C. Double cellule. D. Sporange vidé. E. Rajeunissement, la cellule quitte la membrane armée et est tout d'abord inerme. F. Rajeunissement avec plasmoparie. G. Tétrasporange. H. Ouverture de ce dernier. I, J. Sortie des spores nues amiboïdes. K. Jeune cellule.

Ces états nus peuvent ou passer par un état palmelloïde en se mul-

tipliant par division et en secrétant une gelée, ou s'entourer d'une membrane constituée comme celle de la cellule mère. Il n'y a donc pas ici formation d'autospores. Les états gélifiés produisent des zoospores quadriciliées.

Dans le genre *Richteriella* l'enveloppe gélifiée manque et les cellules filles restent ordinairement associées, ne développant des piquants que du côté libre de la colonie. Cette dernière est typique pour ce dernier genre, tandis qu'elle n'est qu'accidentelle chez les *Golenkinia*.

La plupart des autres Protococcacées ont des cellules dont la forme s'éloigne de plus en plus de celle que nous avons considérée comme primitive.

Les *Chodatella, Lagerheimia* etc. ont des cellules ellipsoïdes ; celles d'*Oocystis* sont en navette. Dans le genre *Scenedesmus* la forme varie : subsphérique, ellipsoïde, en fuseau allongé droit ou arqué, ou même spiralé, etc.

Des formes plus ou moins en croissant ou en rein se trouvent dans les genres *Selenastrum, Scenedesmus, Selenoderma, Nephrocytium, Raphidium.*

Enfin, j'aurai l'occasion dans la suite de parler des curieuses formes réalisées dans les Polyèdres et les genres voisins.

Lorsque la cellule s'allonge, le premier plan de segmentation est perpendiculaire au grand axe ; ainsi dans les cellules ellipsoïdes fusiformes ou réniformes des genres *Scenodesmus, Raphidium* et *Kirchneriella* qui ont été plus spécialement étudiés. Bientôt ce plan de segmentation devient oblique, chaque produit de la division tendant à grossir dans la cellule mère dont la paroi a persisté. C'est maintenant perpendiculairement à cette cloison oblique que se fait le nouveau cloisonnement. En vertu de la loi de l'égalité des deux cellules filles, les plans de segmentation secondaires ne seront pas dans une même ligne. Finalement les 4 cellules filles sont disposées en deux groupes alternants (ex. *Snc. alternans*).

Fig. 84. *Scenedesmus acutus* (culture sur Agar). A. Cellule isolée. B. Id, renflée. C. Cellule ellipsoïde avec deux autospores. D. Sporange montrant la disposition des autospores. E. Rupture de la membrane. F. Sporange. G Colonie sortant après rupture du sporange dont on voit les deux valves. (Chodat et Grintzesco).

Si maintenant chaque cellule fille s'allonge en fuseau comme dans le *Sc. acutus,* il y a également deux groupes, les cellules médianes dépassant un peu les latérales.

Le même mode de division est facile à étudier dans les genres *Kirchneriella* et *Raphidium*.

Il est fort intéressant de suivre chez une espèce très polymorphe, le *Sc. acutus*, le sort des produits de la division.

Le *Scenedesmus acutus* varie beaucoup dans les cultures pures sans qu'on ait pu jusqu'à présent déterminer avec précision les causes de cette variation. On peut y rencontrer toutes les formes comprises entre celle qui est typique, en fuseau plus ou moins aigu, et celle qui se rapproche de plus en plus d'un ovale ou d'une sphère.

Lorsque dans des milieux appropriés l'algue a quelque peine à se disséminer, il semble qu'elle se multiplie par fractionnement. La division du contenu de la cellule se fait toujours perpendiculairement à la plus grande longueur. Il y a déjà longtemps que j'ai établi cette loi et il est étonnant que M. Senn n'ait pas réussi à s'apercevoir d'un fait aussi aisé à observer. Mais de bonne heure la cloison devient oblique et la séparation des produits de la division peut se faire par dissolution de la membrane aux stades divers de cette déviation du plan transversal. Lorsque pour une cause ou une autre les deux cellules filles ont leur croissance gênée, elles peuvent se déformer de manière bizarre: ainsi dans les milieux gélosés[1]) ou même liquides (Chodat et Malinesco ined.). J'ai décrit pour le genre *Raphidium* des productions analogues[2]).

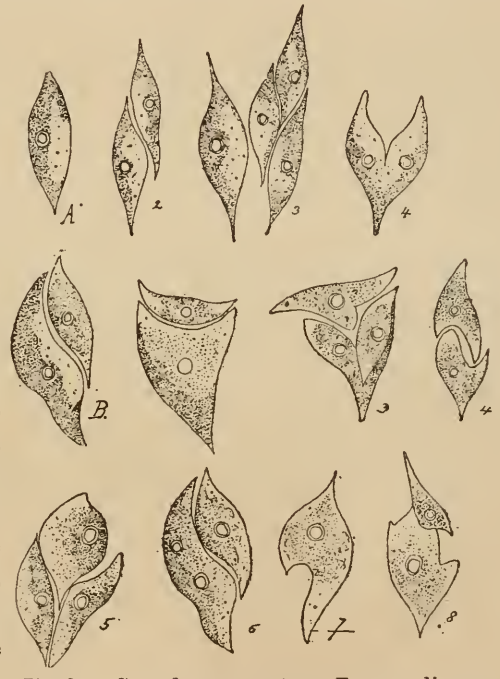


Fig. 85. *Scenedesmus acutus*. Formes diverses issues du cloisonnement suivi d'une croissance gênée. (Toutes ces formes proviennent d'une seule colonie (Agar).)

Chaque nouvelle cellule peut être libérée; isolée elle pourrait être confondue, n'était le pyrénoïde, avec un *Raphidium*. Si les extrémités sont mutiques, chaque cellule prend alors l'aspect de ce qu'on a nommé *Dactylococcus*. Il y a d'ailleurs beaucoup de variations dans ce stade et par conséquent une excessive variabilité de cet état *Dactylococcus*. Les

[1]) Chodat et Grintzesco.

[2]) Polymorphisme du *Raphidium Braunii*, Bull. Herb. Boissier.

Fig. 86. *Scenedesmus acutus*. A. Cellule isolée à 4 spores. B. Disposition lâche de 3 cellules au moment de sortir de la cellule mère. C. Stade *Dactylococcus*. D. Id. G, H. Colonies quadricellulaires scénedesmiques. I, J. Disposition de deux autospores. K. Id. (4). L. Libération de cellules solitaires. M. Colonie quadricellulaire en voie de multiplication. N. Sporange en dissémination. O. Colonie 4 cellulaire dont la première cellule s'est divisée transversalement, le plan de segmentation est devenu oblique dans la seconde. P. Stade analogue. Q. Sporange. R. Formes diverses aberrantes. S, T, U. Divers aspects de colonies dont la dernière se libère de la cellule mère.

cellules libérées sont souvent isolées, mais parfois elles sont retenues l'une à l'autre par des filets de gelée (v. fig. 87, C. D.)

Lorsque la séparation des produits de la division a lieu immédiatement après la segmentation transversale, les cellules filles sont ovales ou triangulaires. Lorsqu'au contraire le plan de segmentation continue à se déplacer, la division finit par paraître longitudinale et les deux cellules filles ont une forme en croissant ou en faulx. Ce stade bicellulaire à division symétrique n'est pas rare dans les cultures sur milieu gélosé.

Mais le plus souvent à cette première division succède rapidement une seconde qui est perpendiculaire au plan primitif de segmentation devenu oblique. Je n'ai jamais observé que cette seconde division se fit immédiatement après la première, c'est-à-dire que le plan nouveau de segmentation passât exactement par l'axe principal de sa cellule. D'ailleurs, chaque cellule fille se divise indé-

pendamment, de telle sorte que les plans de segmentation ne sont pas parfaitement continus (v. fig.)

J'ai déjà dit que les quatre cellules filles s'allongent en autospores et que dans la cellule mère elles sont groupées en deux séries alternantes. De la forme de la cellule mère dépendra maintenant dans une certaine mesure la forme de la cellule fille. Parfois ces cellules s'arrondissent plus ou moins et constituent tout autant d'éléments libres qui sortent de la cellule mère par la rupture de la membrane. L'expulsion des produits de la division est due à la même cause que précédemment, c'est-à-dire au gonflement de la substance intersporaire et de la couche interne de la membrane. On voit en colorant au bleu de méthylène les colonies de Scénedesmus, les cellules réunies par des filets gélatineux assez nombreux pour constituer un réseau plus ou moins compliqué.

Cette même substance est celle qui réunit les éléments dactylococcoïdes disposés en chapelet simple ou ramifié.

Enfin la division cellulaire peut se continuer et produire huit éléments scénédesmoïdes (v. fig. 85, D-G) ou si ces derniers s'arrondissent des spores chlorelloïdes ellipsoïdales, ovoïdes ou subsphériques. Cet état chlorelloïde s'obtient souvent dans les cultures sur milieux glycosés et même dans les cultures sur plaque de porcelaine à l'air. Ce pléomorphisme est si excessif qu'il est impossible d'énumérer toutes les formes que l'on peut obtenir dans une culture prolongée. La multiplication par éléments chlorelloïdes peut se continuer pendant longtemps et amener à une pulvérisation très curieuse des cellules dont la nature scénédesmique n'est alors plus visible. M. Senn n'a pu obtenir un polymorphisme de cette espèce. Cela ne saurait provenir que de son inexpérience en cultures algologiques. Il utilise en effet des solutions beaucoup trop concentrées. Ce pléomorphisme s'obtient avec une très grande facilité, soit que l'on expérimente en milieux solides (Agar ou terre de pipe), soit que l'on cultive en solutions nutritives (1 —5 $^0/_{00}$).

Les autres espèces de *Scenedesmus* montrent une variabilité moindre. Le *Sc. quadricauda* donne cependant des formes *acutus,* des tétraspores arrondies, des stades inermes et même des autocolonies, c'est-à-dire que dans chaque cellule les produits de la division ordonnés comme dans le *S. acutus* y acquièrent déjà les arêtes caractéristiques pour l'espèce. Les spores arrondies avaient déjà été signalées par Beyerinck.

Il existe un assez grand nombre d'espèces de Scénédesmus, qui toutes ont plus ou moins cette faculté de varier dans les cultures. Cela rend la délimitation spécifique extrêmement difficile.

L'une des plus curieuses est le *Scenedesmus bijugatus.* Ici, dans la cellule mère largement elliptique et obtuse la double bipartition oblique et perpendiculaire donne souvent naissance à une plaque composée de

Fig. 87. *Scenedesmus bijugatus.*

4 cellules qui, au lieu de s'accroître en fuseau, restent largement unies. La colonie seriale scénédesmique a fait ici place à la colonie tabulaire. D'ailleurs dans cette même espèce le stade scénedesmus n'est pas rare.

Chez le *Scenedesmus curvatus,* dont la cellule mère s'ouvre par une longue fente, les cellules fortement alternantes conservent en s'écartant une disposition subannulaire.

Les espèces dont il a été question ont des cellules plus ou moins lisses. Chez d'autres la cellule ellipsoïde est munie de côtes qui dans le *Sc. hystrix* et surtout le *Sc. costatus* lui donnent une apparence polyédrique. Les cellules filles, au lieu de s'étaler en une colonie linéaire, tantôt s'étalent en un plan plus ou moins régulier ou plus souvent restent groupées en une colonie célastroïde, c'est-à-dire dans trois directions.

Ces Scénedesmus sont ainsi très intéressants en ce sens qu'ils combinent dans leurs diverses espèces presque tous les stades qu'on peut rencontrer chez les Protococcacées.

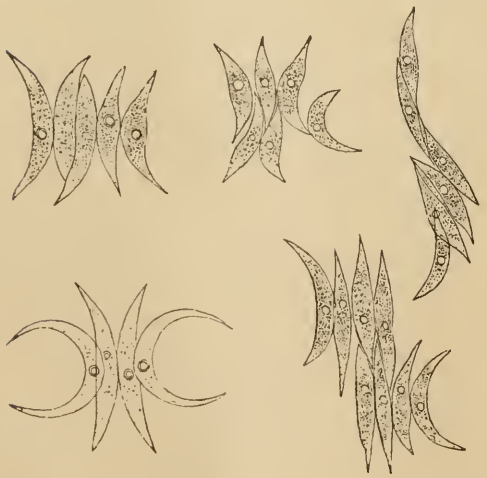


Fig. 88. *Scenedesmus acuminatus* Chod. A. Double colonie. B. Colonie typique. C. Glissement des autospores. D. Divers modes de division.

1° Stade unicellulaire Protococcus arrondi ; 2° stade unicellulaire *Dactylococcus* à cellule isolée mutique ou irrégulièrement retenue à d'autres par des filets de gelée ; 3° stade fusiforme, scénédesmique isolé, mutique ou armé de piquants ; 4° stade cénobien scénédesmique linéaire à cellules alternantes ; 5° stade tabulaire pédiastroïde ; 6° stade cénobien coelastroïde en paquets quadri- ou octocellulaires.

Par le *Scenedesmus acuminatus* ce genre établit une transition vers les *Raphidium.* Ici

les cellules sont plus ou moins indépendantes. Au lieu d'être régulièrement disposées sur un plan, les cellules peuvent tourner sur elles-mêmes et constituer un faisceau semblable à celui qu'on rencontre parfois dans le genre *Raphidium*. En outre, la bipartition de la cellule est suivie d'une manière plus régulière que dans le *Scenedesmus acutus* d'un glissement des cellules filles et d'une déliquescence de la membrane. Grâce à cette propriété, la multiplication se fait souvent d'une manière quasi végétative, sans rompre l'unité de la colonie (fig. 88).

Enfin cette espèce passe assez facilement par un état gélifié, durant lequel il y a fragmentation des éléments, qui se superposent en sens oblique.

Dans le genre *Raphidium* les cellules sont plus allongées, plus bacillaires. Il en est qui sont dépourvues de pyrénoïdes, ce sont les plus communes; d'autres sont pourvues d'un ou de plusieurs pyrénoides.

On a souvent décrit la multiplication des *Raphidium* comme se faisant par fragmentation. Ici comme dans les types précédents la multiplication dite sporangiale est de règle.

Souvent après la première division, qui est toujours transversale, le plan de segmentation se comporte comme il a été décrit pour le genre *Scenedesmus*. La seconde division se fait également par un plan perpendiculaire au premier plan devenu fortement oblique. Les 4 cellules filles y seraient donc arrangées comme dans la cellule mère de *Scenedesmus*, si elles ne s'allongeaient de manière à devenir également bacillaires ou étroitement fusiformes, atteignant la longueur de la cellule mère.

La persistance de la membrane de cette dernière pendant le développement des autospores est évidente, même si l'on n'utilise pas de réactifs. Le fait que les produits de la division sont forcés de s'appliquer étroitement les uns contre les autres pendant leur croissance et de se mouler ainsi aux contours de la cellule mère en est une preuve suffisante. On peut d'ailleurs au moyen de réactifs montrer l'existence de cette membrane.

Comme chez *Scenedesmus*, cette dernière peut être plus ou moins fugace et déliquescente. Alors les cellules filles retenues seulement par la substance intersporaire commencent à diverger des extrémités vers le milieu où elles paraissent réunies en faisceau. Parfois, durant leur allongement, elles ont glissé les unes sur les autres en s'incurvant en spirale ; cette torsion provient du peu de place qu'elles trouvent dans la cellule mère. La paroi de cette dernière étant dissoute, cet arrangement spiralé persiste ; les extrémités des cellules divergent comme précédemment. Cette division se continuant, les faisceaux deviennent multicellulaires et les cellules aciculaires. Il est intéressant de constater que la forme des cellules et leur arrangement dépend de celle de la cellule mère et de sa plus ou moins longue persistance.

Il arrive parfois que ces *Raphidium* se fixent sur des algues filamenteuses. Il s'établit alors une différenciation en base et sommet. L'un des côtés de la cellule mère développe un disque d'adhésion. En même temps, la portion inférieure de la cellule devient plus ferme, tandis que la moitié supérieure devient déliquescente. Les produits de la division sortent alors par le sommet et divergent progressivement, retenus presque exclusivement par la base. Si les cupules matricales persistent et que les cellules filles (4) s'accroissent retenues sur le bord de cette membrane, il se constituera par la répétition de ce phénomène les curieux arbuscules décrits. J'ai pu constater à plusieurs reprises ce mode de croissance et dans diverses localités. Je l'ai pu également répéter expérimentalement en mettant des *Raphidium* dans des cultures de *Conferva* ou de *Pleurococcus* sur lesquels ils se sont fixés.

Fig. 89. *Raphidium Braunii* Arbuscules développés par fixation de la cellule sur une algue filamenteuse (Pinchat. Genève).

Enfin, dans certaines circonstances (nutrition entravée, dessication lente) les cellules peuvent affecter, en se divisant, les formes les plus bizarres. Parfois leurs spores s'arrondissent à la façon de celles des *Scenedesmus*.

Lorsque, comme dans le *Raphidium pyrenogerum*, la membrane devient parfois gélifiée, les produits de la division s'allongent moins et après bipartition les cellules filles se séparent après que le plan de segmentation soit devenu oblique ou un peu oblique. Cela s'observe également dans le *Rhaphidium nivale*. Enfin, dans les formes à cellules très allongées, il se fait parfois une division transversale répétée, ce qui donne lieu à des filaments d'apparence confervoïdes par la disposition des cellules en série. Mais ces dernières ne tardent pas à s'accroître et à détruire par l'obliquité des parois de

Fig. 90. Double cupule retenant les faisceaux raphidiens.

séparation l'ordonnance régulière primitive.

Ainsi, dans ce genre encore, la variation est grande ; elle dépend des circonstances extérieures ou intérieures souvent peu accentuées.

L'association des cellules en colonies cénobiennes n'est que passagère chez *Raphidium ;* en tout cas, elle n'est pas typique. Dans le genre *Scenedesmus,* il est des espèces comme *S. acutus* (*obliquus*) dont le cénobe n'est encore qu'accidentel ou tout au moins peu constant. D'autres, comme *Sc. quadricauda, S. hystrix* ont réalisé plus loin l'idée du cénobe. Une fois constitué, ce dernier n'est plus susceptible d'être désagrégé. Il lui faut, par la rénovation, produire des cellules filles pour pouvoir revenir à l'état unicellulaire. Il se pourrait cependant que dans certaines

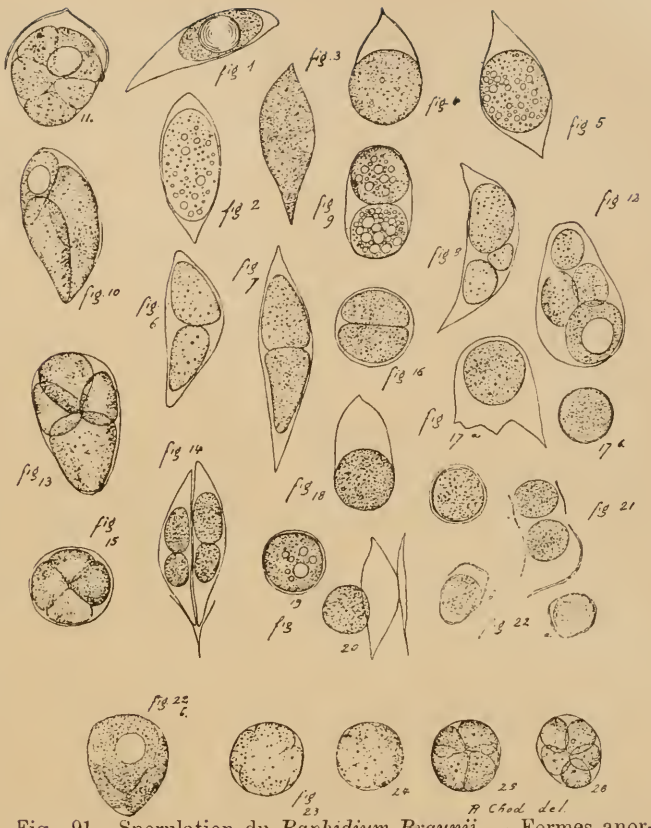


Fig 91. Sporulation du *Raphidium Braunii* — Formes anormales, dans des cultures affaiblies.

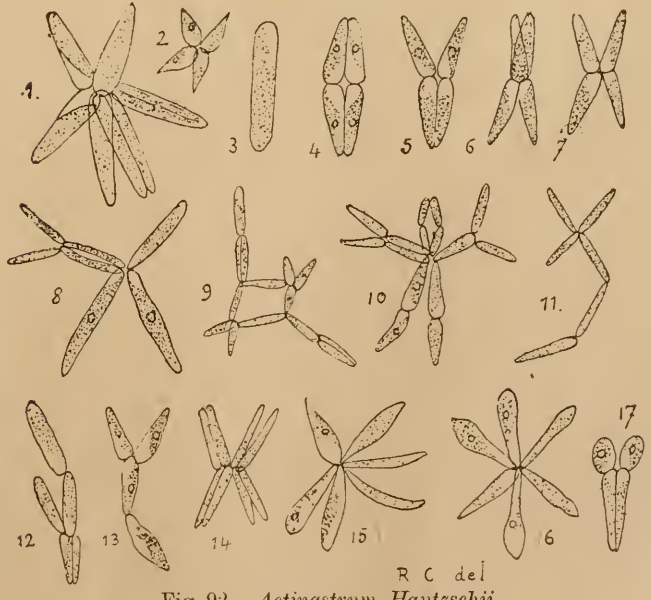


Fig. 92. *Actinastrum Hantzschii.*

circonstances les cellules puissent se libérer, mais je n'ai jamais obtenu de stades semblables pour ces espèces.

La membrane se différencie également à mesure que la colonie s'établit plus définitivement. Il y a toujours chez ces espèces au moins deux couches à la carapace, l'externe incrustée de pectose, de même que les piquants, l'interne plus ou moins cellulosique.

Il semble que le principe de la perpendicularité des plans successifs de segmentation soit plus important que celui de la segmentation perpendiculaire au plus grand diamètre. C'est ce que nous voyons en effet dans les *Raphidium* et les *Scenedesmus* à segmentation suivie d'une croissance rapide. Dans le curieux genre *Actinastrum,* dont les cellules sont plus ou moins baculiformes, le premier plan est toujours transversal. Avant même que la seconde segmentation soit indiquée, les deux cellules filles tendent à se séparer en se décollant à partir des bords. La seconde segmentation se fait maintenant longitudinalement, c'est-à-dire exactement perpendiculairement au plan précédent. Ainsi que nous l'avons montré, Mlle Cretier et moi, les noyaux qui sont issus de la fragmentation lors de la première division, ne s'éloignent que peu ; ils restent à la base des cellules filles et c'est là qu'ils subissent une nouvelle segmentation perpendiculaire à la première. Dans ce genre comme dans *Crucigenia* la membrane matricale est parfois si fugace qu'il semble qu'on soit en présence d'une réelle fragmentation. En examinant avec soin on retrouve toujours la membrane qui parfois *(Crucigenia)* persiste pendant quelque temps sous forme de valves autour des cellules filles disposées en cénobes.

Il y a ainsi une foule de petites variations qui dépendent des principes que j'ai établis, à savoir: la forme de la cellule mère, la plus ou moins grande persistance de sa membrane, la rapidité des segmentations, etc.

Pour peu que l'on y regarde de près, l'unité du groupe des Protococcacées apparaît avec évidence. Il y a pour ainsi dire des séries naturelles différant progressivement par les variations de la forme de la cellule mère et la plus ou moins grande facilité avec laquelle les cellules filles, au moment de leur expulsion, restent adhérentes pour former des cénobes. Dans les cénobes gélifiés comme ceux des *Selenoderma,* des *Tetracoccus* ou des *Schizochlamys*, les mêmes principes déterminent les arrangements définitifs. Mais ici les membranes sont gélifiées dès le début ou il apparaît à l'intérieur de la membrane de la cellule mère une gelée qui rompt cette dernière et englobe les cellules filles. (*Nephrocytium, Oocystis lacustris, Schizochlamys,* stades gélifiés de plusieurs Protococcacées (*Scenedesmus, Crucigenia, Selenoderma,* etc.)

Quant aux autospores il y a plusieurs degrés à signaler. Dans les genres *Lagerheimia* et *Chodatella* les cellules filles arrondies ou ellipsoïdes

acquièrent le plus souvent déjà dans la cellule mère les piquants caractéristiques pour la cellule adulte. Dans le *Lagerheimia Genevensis* on peut rencontrer tous les stades divers (zoospores ?, autospores armées, autospores gélifiées et spores).

On peut considérer la production des autospores comme une germination hâtive. La suppression habituelle des zoospores est déjà une indice d'un raccourcissement dans l'évolution ontogénique.

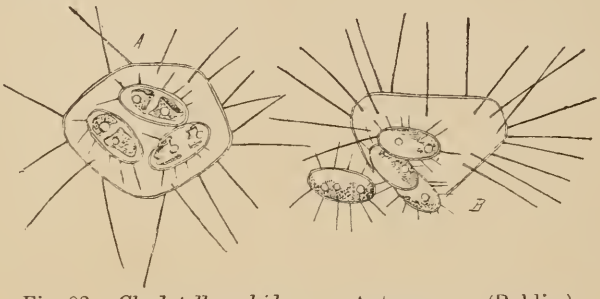


Fig. 93. *Chodatella echidna.* — Autospores. (Bohlin.)

Vivant dans des milieux riches en champignons et en bactéries, les Protococcacées semblent mieux aptes à survivre, si au moment de leur naissance, c'est-à-dire à celui de leur parturition, leurs cellules sont déjà entourées d'une membrane résistante plus ou moins imputrescible.

Les Pédiastrées constituent une série bien remarquable qu'on peut considérer comme analogue à celle qui a été réalisée chez les Volvocacées à partir des *Chlamydomonas.* D'autre part, on peut la comparer, avec plus de raison, à celle qui comprend les *Scenedesmus* dans les Protococcacées. Ces deux tendances sont convergentes et le principe essentiel de la multiplication du *Scenedesmus costatus* et du *Sc. curvatus* est le même que celui qui domine toutes les Pédiastrées.

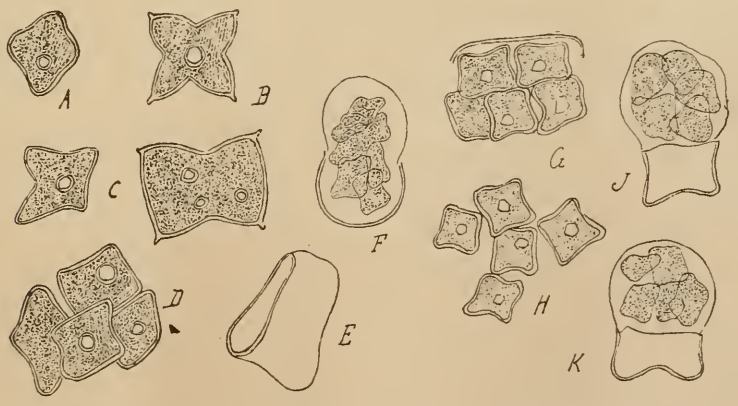


Fig. 94. *Polyedrium minimum.* A, B, C. Diverses formes du *Polyedrium minimum.* D. Colonie sorastroïde. E. Cellule vidée montrant la fente béante par laquelle la vésicule s'est échappée. F. Emission de la vésicule. G. Production d'autospores. H. Autospores expulsées. J et K. Emission de la vésicule qui entoure les cellules filles.

Ici, en effet, il y a, de plus en plus, dans les types ou les états les plus évolués, tendance à faire naître les colonies toutes formées. L'individualité de la cellule protococcoïde s'efface progressivement, la colonie la remplace et se comporte comme elle. D'autre part, peu après leur mise en liberté, les cellules qui constituent les colonies divisent leurs noyaux (*Pediastrum*), de telle sorte que de bonne heure chaque cellule est ordinairement prête à la reproduction. C'est cette division précoce qui détermine la formation d'auto-colonies comme elle a produit les autospores.

La subordination de l'individualité n'est cependant pas si intense qu'elle ne puisse parfois s'effacer momentanément; de même qu'on peut ramener la plupart des Volvocacées à un état *Chlamydomonas* ou à un état *Palmella*, on peut souvent ramener les Pédiastrées à un état unicellulaire, le type primitif.

On ne saurait établir pour ces plantes une seule série; le groupe est constitué par plusieurs petites sous-séries parallèles.

A la base se trouve le genre le plus simple. *Polyedrium*. On l'a souvent considéré comme non indépendant [1]); il ne faut pas le confondre avec des états passagers de *Pediastrum* ou d'*Hydrodictyon*.

Les Polyèdres sont des cellules isolées, ordinairement plus ou moins anguleuses; on pourrait les comparer à des Protococcées inférieures; ce n'est que leur place dans la série des Pédiastrées qui les en éloigne.

Un des plus simples et des mieux connus est le *Polyedrium minimum* étudié d'abord par Lagerheim. Sa cellule mère, après avoir multiplié le pyrénoïde ou non, se subdivise en 4 ou en 8 masses protoplasmiques qui sont mises en liberté par le gonflement de la gelée de la paroi spéciale. Ceci se passe exactement comme nous l'avons décrit pour plusieurs Protococcacées (*Palmellococcus, Scenodesmus*). C'est dans cette vésicule que les spores arrondies acquièrent leur forme définitive. Dans cette espèce, il y a encore expulsion d'une vésicule dans laquelle s'organisent les cellules filles. Les mêmes choses ont été observées chez *Polyedrium trigonum*. Ici cependant, d'après mes informations, la forme triangulaire des cellules est acquise de très bonne heure; il y a production d'autospores. Enfin, *P. pentagonum* met des autospores en liberté sans passer par l'état vésicule. Les Polyèdres sont des algues

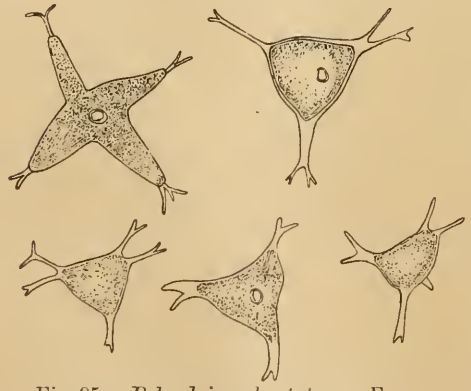


Fig. 95. *Polyedrium hastatum*. Formes diverses.

[1]) Askenasy, Wille, l. c.

assez variables. Ainsi *P. enorme, P. gracile,* dont le nombre des prolongements est loin d'être constant. Cette dernière espèce est, avec le *P. protumidum,* la plus armée de toutes. Ces prolongements sont sans doute protecteurs à la façon de ceux du genre *Scenodesmus,* où ils sont tout aussi variables.

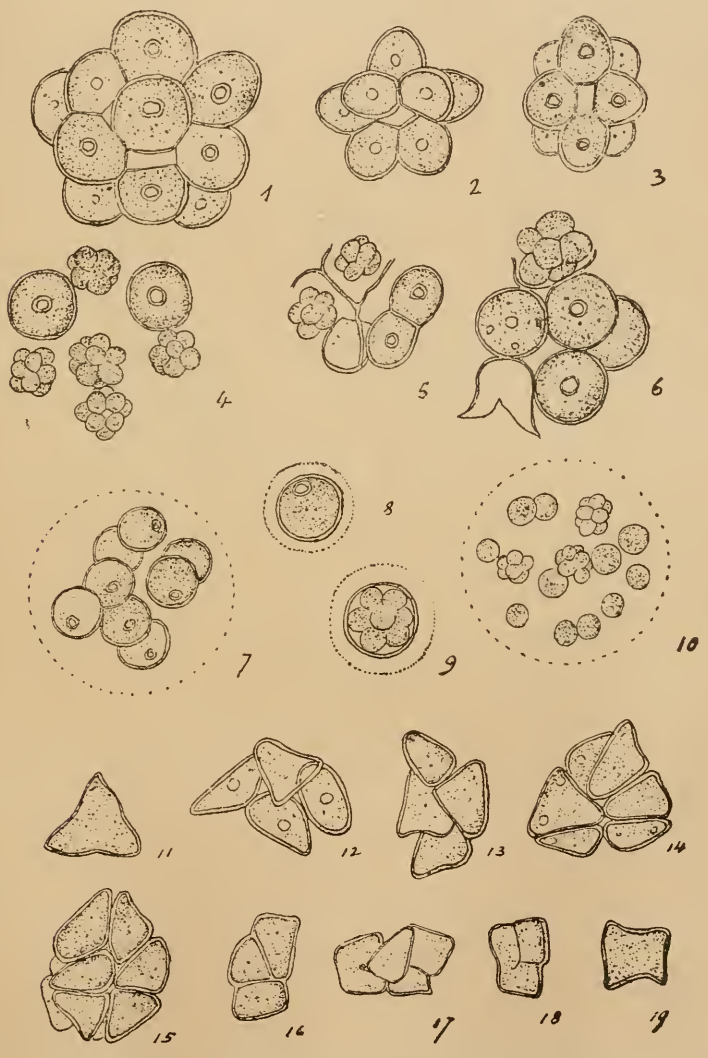


Fig. 96. 1—10. *Coelastrum sphaericum* 11—15. Polyèdres agrégés. 16—18. Petits colonies sorastroïdes du *P. minimum.*

On peut encore ici suivre pas à pas l'évolution des prolongements qui, dans les types inférieurs, ne sont que des lobes du thalle; dans les plus évolués, ils sont différenciés en épines simples ou divisées.

Les variations qu'on rencontre dans ces Polyèdres se répètent chez les autres genres.

En parlant des *Palmellococcus* et d'autres Protococcées, j'ai montré comment les produits de la division, qui passent à l'état de spore ou d'autospore, peuvent accidentellement rester unis.

Ce même phénomène se répète ici, mais sa signification est d'une plus grande importance.

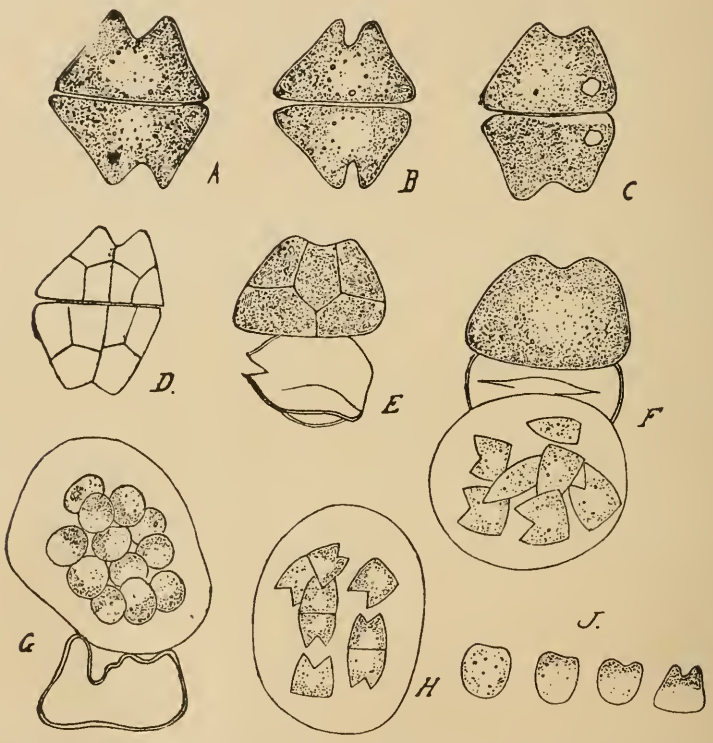


Fig. 97. *Euastropsis Richteri.* A. Cénobe bicellulaire. B - C. Id. D. Cellules divisées. E. L'une des deux cellules a déjà émis une vésicule. F. Sortie de cette dernière; on voit les cellules filles qui ne sont pas groupées en cénobe. G. Emission de la vésicule que renferment les zoospores (?). H. Germination des zoospores en cénobes bicellulaires. J. Stades divers de cette germination. (Lagerheim.)

J'ai montré autre part comment *P. trigonum* (fig. 97, 11—15) peut constituer des colonies et finalement passer par un état pédiastré parfait *(Sorastrum inappendiculatum* nob.). Il en est de même du *Polyedrium minimum*, qui forme parfois des colonies sorastroïdes. Il est, dans ces conditions, assez difficile de dire s'il vaut mieux ranger cette espèce parmi les Polyèdres que parmi les Sorastrum.

Cet état passager cénobien devient prépondérant chez la plupart des genres des Pédiastrées, presque absolu chez la plupart.

Les cénobes, ainsi qu'on appelle ces colonies, ont sans doute commencé par être disposés selon trois directions, comme les éléments provenant de la division simultanée dans une cellule mère, arrondie ou polyédrique.

Les *Sorastrum* représentent bien le type le plus élevé de la série des Polyèdres. Les seules indications anciennes que nous ayons sur leur reproduction sont celles de De la Rue. Les dessins que cet auteur donne de ce développement sont mauvais, mais deviennent intelligibles par notre

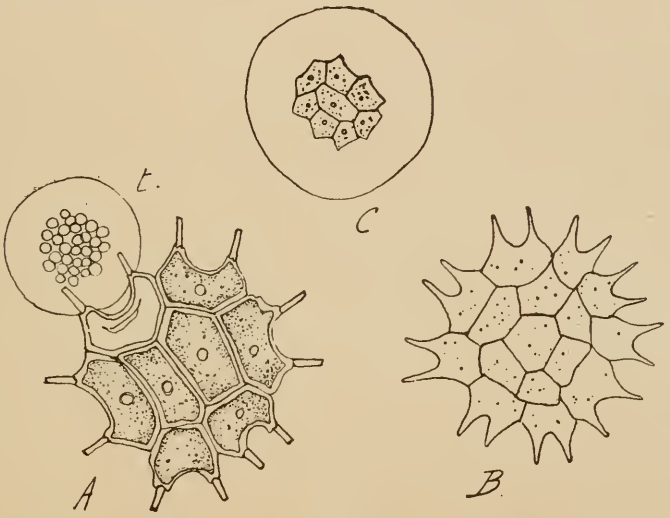


Fig. 98. — *Pediastrum Boryanum*. — A. Emission de la vésicule avec zoospores. B. Jeune colonie. C. Très jeune colonie encore entourée de l'auréole gélifiée.

théorie. Quelques *Sorastrum* étant des Pédiastrées non encore définitivement agrégés, reviennent à l'état polyèdre lorsqu'ils se préparent à la reproduction. Chacun de ces polyèdres donne maintenant, par le procédé décrit pour *P. minimum*, naissance à 8 ou 16 cellules filles qui s'ordonnent en une ou deux colonies dans la gelée. Mais, d'ordinaire, la multiplication des *Sorastrum* se fait directement par auto-colonies qui sortent tout armées.

Les *Euastropsis* sont particulièrement intéressants. Ce sont, en réalité, des Pediastrum simplifiés. Le cénobe formé ici par deux cellules met en liberté les produits de la division, au nombre de 2—32, par le gonflement de la vésicule spéciale qui rompt la cellule. Dans cette vésicule les zoospores (?) sont mobiles pendant un instant, puis se groupent deux par deux pour produire 1—16 cénobes bicellulaires. Mais il arrive aussi que la réunion n'a pas lieu et les cellules isolées se développent comme les moitiés de chaque cénobe. On peut comparer ce genre aux *Pediastrum* bicellulaires en particulier au *P. Ehrenbergii*.

Cette dernière espèce peut n'avoir que 2 cellules à son cénobe, mais aussi 4, 8, 16, 32 cellules. On la connaît même à l'état unicellulaire. Sa reproduction est comparable à celle des *Euastropsis*, mais ordinairement les produits de la division (2—36) se groupent en un seul cénobe dans la gelée. J'ai cependant observé des cas où le nombre des cénobes était plus élevé *(P. Boryanum)*. Quant au nombre des cellules composantes du cénobe, il dépend surtout, comme je l'ai démontré, de la nutrition plus ou moins prolongée, jointe à l'impossibilité d'expulser les produits de la division (par exemple dans des solutions nutritives concentrées).

Les *Pediastrum*, dont on a fait une trentaine d'espèces, mais dont nous ne pouvons reconnaître que six espèces suisses, ont cette particularité d'avoir leur cénobe étalé sur un plan. Les cellules du pourtour, sont rarement mutiques ; le plus souvent elles portent des prolongements qui tout d'abord sont de simples lobes, mais qui deviennent de plus en plus différenciés et portent à leur sommet, dans le *P. duplex*, un faisceau de soies parfois fort longues. Elles semblent faciliter leur suspension de la cellule dans l'eau. Dans certaines variations de *P. Braunii*, les lobes ou les appendices disparaissent. La colonie tabulaire est alors complètement inerme C'est ce que Nægeli appelait : *Anomopedium*.

Ce n'est que dans son jeune âge que chaque cellule contient un seul noyau. Peu après la formation de la nouvelle colonie, mais bien avant qu'elle ait atteint son développement normal, le noyau se divise en deux, puis par bipartitions successives rapides en 4, 8, 16, etc. Le pyrénoïde souvent ne se divise pas et est dévolu à l'une des masses.

L'enveloppe de chacune des cellules mères est constituée par un cadre externe non cellulosique et par un revêtement interne, intimément adhérent au plasma, semi-gélifié mais cellulosique. Ce revêtement interne pénètre entre les produits de la division et augmente avec le degré de développement. C'est cette couche qui, se gélifiant, forme la vésicule qui met la jeune colonie en liberté en sortant par une fente de la membrane *(P. Boryanum)*.

Chaque portion protoplasmique s'y arrondit et au moyen de deux cils s'agite vivement à l'intérieur de cette enveloppe. Au bout de peu de temps les zoospores s'ordonnent régulièrement en un plan et peu après la jeune colonie est constituée dans la gelée. Quand le nombre des zoospores est considérable. il peut se former deux colonies.

Si l'on vient à cultiver ce Pediastrum dans des solutions nutritives modérément concentrées, on peut obtenir de jeunes colonies qui, au lieu de se disposer sur un plan après leur émission, deviennent plus ou moins sphériques. Lorsque l'on a affaire au *P. Boryanum,* chaque cellule peut ne produire qu'un prolongement et finalement être parfaitement mutique. Avec une solution plus concentrée il n'y a plus de vésicule, mais les

colonies sortent adultes, le plus souvent dépourvues de prolongements ou faiblement armées. On peut ainsi obtenir des auto-colonies sorastroïdes ou célastroïdes. — J'ai également observé ce développement dans les cultures, sur gélose, du *P. tetras* qui, d'ailleurs, se multiplie souvent par auto-colonies.

Les *Cœlastrum* ont leur cénobiums disposés en boules ou en polyèdres creux; le plus souvent les cellules composantes sont disposées en une couche unique perforée.

Le type le plus simple est *C. sphaericum* Næg. Les cellules constituantes sont ici largement ovales; la cavité centrale est faible. Les

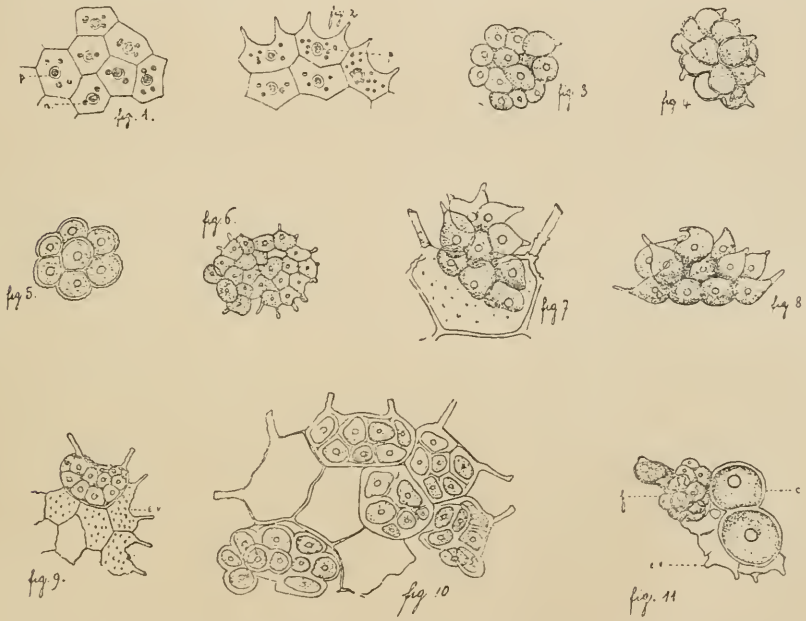


Fig. 100. *Pediastrum Boryanum*. 1. Jeunes cellules à deux ou à un pyrénoïde mais à quelques noyaux. 2. Multiplication des noyaux. 3—5. Colonies célastroïdes obtenues par culture dans des solutions un peu concentrées. 6. Intermédiaire. 7. Auto-colonie sorastroïde sortant directement de la cellule mère. 8. Colonie célastroïde. 9, 10. Auto-colonies en voie de formation dans (9) une cellule marginale renflée, (10) dans plusieurs cellules d'un thalle de *Pediastrum*. 11. *f*, auto-colonie. *c*, deux hypnocystes d'un cénobe de *Pediastrum*

divers modes de reproduction que j'ai fait connaître sont de nature à jeter une vive lumière sur l'évolution de ce groupe. Le cas le plus ordinaire est celui où des auto-colonies se forment dans chacune des cellules du coenobium, dont les cellules restent adhérentes (v. fig. 97, 6). Dans un second cas beaucoup plus rare, les cellules du coenobium se séparent et chacune d'elle donne naissance à un nouveau coenobium. C'est le cas correspondant au développement de *Sorastrum* décrit par de La Rue (v. fig. 7—9).

Enfin chacune des cellules peut se subdiviser en deux avant de passer à la parturition des colonies. Ceci correspond de nouveau avec ce qui a été décrit pour *Sorastrum*.

Enfin, la plante peut passer par un état gélifié comparable en tout point à un état palmelloïde. On est ainsi ramené insensiblement vers les *Palmellococcus*.

Ici les zoospores sont inconnues.

De cette espèce, qui peut, dans certaines circonstances, constituer une colonie moroïde sans lacune centrale et vivre parfois à l'état de cellule arrondie, isolée, on passe à des types plus évolués, à cellules munies de prolongements et disposées en réseau autour d'une cavité centrale.

Par ces espèces munies d'appendices, les *Coelastrum* se rapprochent extrêmement du genre *Hariotina* Dang. qui n'est en réalité que le type extrême de cette série. Il n'y a pas ici de cavité centrale, mais simplement un certain nombre de cellules globuleuses réunies les unes aux autres par des prolongements arqués et pleins. Le nombre des cellules qui prennent part à la formation un cénobe varie de 2 à 16. La reproduction se fait par auto-colonies sans qu'il y ait désagrégation des cellules mères qui persistent sous forme d'une corbeille après la mise en liberté des colonies filles.

Par la production de zoospores, les *Pediastrum* se trouvent être moins modifiés que les *Coelastrum*, mais d'autre part, par la disposition sur un plan la spécialisation des cellules y est plus avancée. Faudrait-il mettre les *Pediastrum* dans une série particulière à cause de ce caractère ? Le fait qu'on peut artificiellement transformer un *Pediastrum* zoosporipare en un *Pediastrum* autocolonipare démontre que tel ne doit pas être le cas. *Pediastrum* est bien de cette série. On a depuis longtemps rapproché des *Pediastrum* le curieux genre *Hydrodictyon*. C'est bien une Cénobiée, mais les cellules constitutives du thalle y sont incomparablement plus grandes puisqu'elles peuvent atteindre 1 cm. de longueur : elles sont cylindriques et réunies par leurs sommets à 3, plus rarement à deux ou à 4 autres cellules semblables. L'ensemble forme un réseau élégant en forme de sac. On peut le comparer au réseau formé par le *Coelastrum cubicum*.

Malgré les dimensions si différentes on peut aussi, pour bien des raisons le comparer à *Pediastrum*. Chaque cellule est constituée par la membrane cellulaire, une membrane plasmique externe, un sac protoplasmique et la membrane vacuolaire. La zône moyenne contient la chlorophylle qui est en couche continue à peine différenciée du plasma (Klebs). Ce chromatophore peut aussi être en réseau avec pyrénoïdes et amidon. Chez *Pediastrum*, où nous avons pu l'étudier, il présente aussi cette même apparence, mais pendant la période de repos le pyré-

noïde est unique. Jusqu'à présent on n'a pu voir les pyrénoïdes d'*Hydrodictyon* se diviser ; ils disparaissent, puis se forment à nouveau. Chez *Pediastrum* souvent le pyrénoïde est dévolu pendant la division à l'une des masses, puis disparaît. Il faut donc qu'il se forme de même à nouveau. Dans une cellule adulte le nombre des noyaux est considérable ; ils ont été produits aux dépens d'une division rapide du noyau unique de la zoospore, exactement comme cela a lieu chez les *Pediastrum*. Ce caractère de posséder plusieurs noyaux n'est donc pas particulier au genre *Hydrodictyon*.

Lorsque la plante va se reproduire, la couche protoplasmique y compris le chromatophore, se découpe en autant de portions polygonales qu'il y aura de zoospores ; entre ces zoospores se trouvent des bandes claires de plasma. Elles sont polyédriques par pression ; chacune d'elles a un noyau, deux cils et deux vacuoles pulsatiles.

Tandis que chez *Pediastrum* la région interne cellulosique à ce moment se gélifiait, mettant la colonie en liberté par la pression donnée par son gonflement, ici cette couche se dissout et les zoospores se mettent à se mouvoir lentement en un mouvement fourmillant comparable à celui des zoospores de *Pediastrum* dans leur vésicule gélifiée. La membrane externe cutinisée persiste inaltérée. Cette agitation a lieu autour de la vacuole centrale. Au bout d'un certain temps les zoospores cessant de se mouvoir s'ordonnent en un réseau autour de cette dernière ; chaque cellule se reconstitue en une cellule végétative ordinaire.

Il y a donc ici production d'une autocolonie qui diffère de celle de *Pediastrum*, en ce qu'elle s'organise au dedans de la cellule mère et de celle des autres Pédiastrées, parce qu'elle est précédée de la formation de zoospores. La vacuole centrale est rejetée et une nouvelle vacuole naît dans chacune des cellules ; par rupture de la cellule mère les colonies filles en réseau sont mises en liberté.

L'affinité d'*Hydrodictyon* avec les Pédiastrées semble donc évidente. Il ne faut cependant pas perdre de vue la ressemblance si singulière qui existe entre les *Cladophora* et ce genre. Le développement des zoospores et des gamètes y est très semblable.

De toutes les Pédiastrées, les seuls *Pediastrum* et *Hydrodictyon* donnent naissance à des gamètes. Chez le premier comme chez le second, leur formation est semblable à celle des zoospores, mais leur nombre est plus considérable. Tandis que les zoospores sont entourées par la vésicule, les gamètes *(Pediastrum)* sont mises directement en liberté, ce que j'ai pu constater.

La zygote devient un polyèdre (selon Askenasy), qui se comporte à la germination, comme une cellule isolée de Pédiastrum (fig. 42, *c*).

Chez *Hydrodictyon* les gamètes s'unissent deux par deux ou plusieurs

ensemble. La zygote formée s'arrondit, passe par un temps de repos et germe en donnant naissance à 4 ou plusieurs zoospores munies de vacuoles pulsatiles. Chacune d'elles prend alors la forme d'un Polyèdre, grossit et finalement se comporte comme une cellule d'*Hydrodictyon* en produisant une nouvelle colonie.

On a voulu prétendre que tous les Polyèdres ne seraient que des états de Pédiastrées supérieures, mais il est évident que tel n'est pas le cas ; les Polyèdres étudiés par nous se reproduisent indéfiniment comme tels.

Protococcacées (Fam.)

Clef analytique.

I. Tribu.

Euprotococcées.

Cellules isolées ou réunies en un cénobe fugace ou persistant, librement nageantes ; multiplication par division successive du contenu ; spores, autospores (rarement zoospores) ou autocolonies.

A. Série des Protococcées.

† cellules arrondies ou ellipsoïdes.
△ *a*. cellules nues.
⊙ munies de pyrénoïdes
(isolées) ou groupées en colonies muqueuses rayonnantes. *Dictyosphaerium.*
isolées ou groupées en vésicules emboîtées. *Eremosphaera, Chlorella* et *Oocystis* p. p. *(O. solitaria ?)*
⊙⊙ sans pyrénoïdes
† cellules sphériques
1 à contenu rouge orangé. *Palmellococcus.*
2 à contenu vert.
famille muqueuse à gelée uniforme ; cellules isolées ou groupées. *Tetracoccus.*
familles muqueuses contenant encore les membranes des cellules divisées rompues deux ou quatre valves. *Schizochlamys.*

†† cellules ellipsoïdes ou subfusiformes, isolées ou groupées dans des vésicules (cellules mères munies d'un épaississement de la membrane aux deux extrémités). *Oocystis.*

△△ *b.* cellules armées sphériques ou ellipsoïdes.

Chodatella.
Richteriella.
Golenkinia.

ellipsoïdes à (quatre) piquants épaissis à la base. *Lagerheimia.*

†† cellules bacillaires, quadrangulaires, triangulaires, réniformes ou polyédriques, ou sphériques, mais alors agrégées en cénobe persistant

α cellules isolées, polyédriques, mutiques ou armées *Polyedrium.*

β cellules bacillaires ou réniformes

1) colonies à cellules emboîtées réniformes *Nephrocytium.*

2) colonies, s'il y en a, à cellules juxtaposées

γ semilunaires,

fasciculées ou isolées { pyrénoïde : *Kirchneriella.* / pas de pyrénoïde : *Selenastrum.*

disposée en thalle subfoliacé : *Selenoderma.*

cellules isolées, juxtaposées en faisceaux,

ζ bacillaires aiguës, fusiformes ou aciculaires *Raphidium.*

3) colonies régulières définies, indéfinies ou symétriques ; cellules jamais fasciculées, radiantes ou sur un plan.

1) colonies fugaces, polymorphes radiaires, réticulées, etc., cellules baculiformes *Actinastrum.*

2) colonies de 4, 8, 16 cellules non radiaires, mais groupées en plaques plus ou moins grillagées

α nues *Staurogenia.*

β armées *Cohniella.*

radiaires par 4 et à cellules ellipsoïdes terminées par un tube *Hofmania.*

4) colonies plus stables en séries transversalement linéaires ou alternantes *Scenedesmus.*

B. Série des Pédiastrées.

5) colonies tabulaires radiaires ou sphériques, ou en boule ou cylindres creux, stables.

A. Tabulaires.

Bicellulaires	*Euastropis.*
4 cellulaires à cellules triangulaires	*Lemmermannia.*
4—32 cellulaire à cellules polygonales	*Pediastrum*

B. Sphériques.

Cellules réniformes à quatre piquants, entières ou emarginées réunies au centre par des stipes connés (voir aussi *Dimorphococcus,* voir aussi *Polyedrium*).	*Sorastrum*
Cellules sphériques réunies les unes aux autres par des griffes partant du pôle externe ; cénobe en boule pleine	*Hariotina*
C. sphériques ou courtement turbinées ou munies de prolongements ; cénobes continus ou reticulés	*Coelastrum.*

C. Cylindriques.

Cellules cylindriques ; cénobes reticulées macrocystées	*Hydrodictyon.*

Palmellococcus Chodat 1894.

Matériaux pour servir à l'histoire des Protococcoïdées, Bull. Herb. Boissier, Tome II, 1894. 429, 599.

Pleurococcus miniatus Naeg. Einz. Alg.; *Protococcus miniatus* Kützing.

Cellules arrondies isolées, à membrane à double contour bien net ; chromatophore en plaque, dépourvu de pyrénoïde, souvent masqué par un pigment huileux rouge-orangé. Multiplication : 1° (dans sa station habituelle) par bipartition du contenu (fig. 81, *f, l*) ou plus rarement par quadripartition suivie de la rupture de la membrane de la cellule mère ou de sa destruction. Parfois les deux cellules filles restent unies en un cénobe bicellulaire ; 2° par rajeunissement avec exuviation de la membrane de la cellule mère (fig. 81, *m*) (en solutions nutritives faibles) ; 3° (en culture dans de l'eau de fontaine) par bipartition répétée du contenu qui se transforme en 16, 32, 64 spores à membrane mince. Leur expulsion se fait au moyen d'une vésicule gélifiée qui les entoure encore au moment de leur libération.

P. miniatus (Kütz.) Chod. *Pleurococcus miniatus* Naeg.

Cellules adultes rouge cinnabre, à contenu huileux, rarement partiellement vertes, 3—15 μ. formant un mucus plus ou moins développé. — Sur les murs et les vases de l'intérieur des serres. — Genève, Jardin botanique. Fig. nostr. 80, pg. 158.

Cette algue qui a été décrite pour la première fois par Kützing, qui en faisait un *Protococcus*, doit constituer un genre distinct. En effet, l'ancien genre *Protococcus*, qui comprenait un grand nombre d'algues appartenant à des genres différents, ne saurait être conservé. Je montrerai plus loin que la principale espèce de cet ancien genre, le *Protococcus viridis* Ag. doit rentrer dans le genre *Pleurococcus* dont les affinités sont très distinctes de celles des Protococcoïdées.

Klebs et Artari (Untersuch. über die Entwickelung und Systematik einiger Protococcoiden in Bull. Soc. Imp. Naturalistes, Moscou 1892, Pl. VII, fig. 4—7 p. 27) ont conservé l'attribution de cette espèce au genre *Pleurococcus* ainsi que l'avait fait Nægeli. Klebs croyait même que cette plante ne pouvait se multiplier que par bipartition végétative et la donnait comme exemple d'une plante qui ne se reproduit jamais par division sporangiale. C'est une erreur. De toutes les Protococcoïdées c'est celle qu'il est le plus facile d'inciter à la formation de spores. J'ai insisté dans la partie consacrée aux généralités sur les Protococcoïdées, sur la formation et l'origine de la vésicule gélifiée qui met les spores en liberté. L'absence de pyrénoïde lui donne une place à part parmi les Protococcées.

Golenkinia Chodat 1894.

Un nouveau genre de Protococcoïdée, in Morot, Journal de Botanique, Paris, 1894, p. 305, pl. III.

Cellules arrondies à membrane relativement épaisse à face interne cellulosique, recouverte par une zone de gelée peu épaisse et munie de soies raides filiformes rayonnantes, égales sur toute leur longueur et dépassant deux ou trois fois le diamètre de la cellule. Chromatophore en plaque avec un gros pyrénoïde souvent masqué par une huile incolore en globules nombreux. Un seul noyau. Multiplication : 1° par division du contenu en quatre aplanospores semi-amiboïdes qui poussent devant elles, en doigt de gant, la membrane de la cellule mère et se glissent à travers l'orifice circulaire qui se produit dans l'enveloppe externe. 2° par division simple des cellules végétatives qui peuvent rester unies par l'ancienne membrane. Si ceci se répète il peut en résulter un cénobe

quadricellulaire unisérié (v. fig. 83, A-K). 3° par zoospores quadriciliées qui naissent aux dépens de cellules normales ou d'états Palmella.

Golenkinia radiata *Chodat*. l. c. Cellules 10—15 μ.; soies 25—45 μ.

Bassin à canard du parc de l'Ariana près de Genève.

Cette jolie Protococcacée n'a pas encore été retrouvée autre part en Suisse. Schmidle l'a rencontrée dans le Vieux-Rhin de Neuhofen et de Roxheim, Schröder dans l'étang du jardin botanique de Breslau, P. Richter à Niederlössnitz près de Dresde, enfin Lemmermann la cite du plancton d'un étang près de Leipzig. Fig. nostra, 84, pg. 161.

On le voit, c'est une algue très répandue qu'on retrouvera certainement dans les stations analogues en Suisse. Ce genre par ses zoospores quadriciliées et par le mode d'expulsion de ses aplanospores semi-amiboïde occupe une place à part dans le groupe auquel nous le rattachons.

Eremosphaera De Bary.

Conjugat. p. 56 1858; Chodat, Bot. Zeit LIII, Tab. V.

Cellules sphériques à membrane nettement différenciée en deux couches; chromatophores nombreux constituant à la périphérie un réseau élégant, se prolongeant vers l'intérieur par un appendice subconique, munis d'un pyrénoïde; noyau gros entouré d'une poche protoplasmique réunie au plasma périphérique par un réseau protoplasmique. Multiplication par bipartition ou tétrapartition du contenu; par rajeunissement; par hypnocystes; par division répétée aboutissant à des états gélifiés zoosporipares (?). (Fig. nostr. 81, p. 159).

La seule espèce connue paraît surtout susceptible de se multiplier par bipartition. Les figures adjointes donnent une idée de son évolution.

E. viridis de Bary, cellules librement nageantes 25—200 μ.

Dans les tourbières à Sphagnum, souvent en grand nombre dans es petites flaques qui se forment sur la mousse autour du *Lycopodium inundatum* et des Utricularia. Tourbières du Jura et de la plaine, commune. Elle semble faire défaut aux marécages ordinaires et aux vrais lacs.

(Tourbières de la Trêlasse, de Lossy, des Rousses, de Champex (Chod.); Grand St-Bernard (De Wildeman); Katzensee, Zurich (Cramer et Brügg).

Schizochlamys. Alb. Braun (1849).

in Kützing Species Algarum, 1849, p. 891, tab. VI, f. 70.

Cellules adultes arrondies ou à peine ovales à membrane présentant ordinairement un double contour net. Chromatophore en plaque pariétale assez indistinct *sans pyrénoïde,* réunies sans ordre par une gelée abondante en masses souvent considérables. La gelée produite par les cellules amène la rupture de la membrane en 4 écailles qui sont d'autant plus éloignées de la cellule que la gelée est abondante.

Multiplication : par division du contenu en deux ou en quatre et rupture de la membrane comme précédemment, c'est-à-dire par formation de gelée abondante.

Schizochlamys gelatinosa. A. Br. Verjüngung in der Natur, 1849, tab. I, fig. 43—50.

Cellules à contenu finement granuleux, vert clair, à membrane hyalines; 10—15 μ. Fig. nostr. 101.

Fossés, marécages, tourbières. Genève, Einsiedeln (Chodat); Simplon (De Wildeman).

Fig. 101. — *Schizochlamys gelatinosa* (Marais d'Einsiedeln).

S. delicatula West. Journ. Micr. Soc. Lond., 1892, Pl. X, fig. 57. Genève, marais de Lossy, diffère du type par des cellules se multipliant ordinairement par bipartition et accompagnées de deux écailles très délicates.

Var. rugosa (Debray sub. spec.). Alger, Libr. Jourdain, 1897, p. 22. Cat. des Algues du Maroc et de Tunisie.

Ecailles de la membrane rugueuses à leur surface.

Cette particularité ne saurait justifier l'établissement d'une nouvelle espèce. C'est un fait trop général chez ces plantes inférieures, quand se forment des états durables pour qu'on puisse lui attribuer une valeur systématique importante.

Il faut d'ailleurs éviter de confondre des *états Schizochlamys* avec ce genre autonome. C'est ainsi que ce mode d'exuviation se retrouve chez les genres suivants : *Monostroma, Tetraspora, Palmella, Nephrocytium.* De même, des membranes rugueuses apparaissent dans des circonstances défavorables à la multiplication chez les genres *Palmella, Apiocystis, Tetraspora, Stapfia, Pleurococcus,* etc.

L'absence de pyrénoïde, la production d'une gelée abondante lors de l'émission des spores font de ce genre un allié de *Palmellococcus* et de *Tetracoccus*.

Les thalles des *Schizochlamys* et notamment ceux de *S. gelatinosa* atteignent souvent la grosseur d'une noix. Ils sont ordinairement d'un vert pâle et de consistance plus ferme que ceux des *Tetraspora*.

Tetracoccus West. (Schmidl. emend.)

Journ. Roy. Microsc. Soc. 1892; Schmidle, Flora 1894, pg. 47.

Cellules petites, globuleuses ou subglobuleuses vertes disposées régulièrement par 4 (ou par 2 ou ∝) et rapprochées en tétraèdre, constituant des cénobes muqueux microscopiques irréguliers librement nageants; chaque subcénobe formé principalement de 4 cellules et souvent entourées des membranes dilatées des cellules matricales, ayant parfois l'apparence d'être réunies par des fils délicats; mucus gélatineux entourant les cellules et les colonies; chromatophore sans pyrénoïde (ou avec pyrénoïde?) muni souvent d'un ou de plusieurs gros granules plus petits, de nature indéterminée; multiplication par segmentation dans deux directions ou en plans divers alternants; cellules filles sécrétant une gelée qui écarte les lambeaux de la cellule mère qui sont extrêmement tenus.

T. botryoïdes West, Journ. Microsc. Soc. Lond. 1892, p. 714, pl. X, fig. 43—46.

Cellules en tétrades sphériques ou subsphériques disposées principalement en un plan: absence de pyrénoïde; masses gélatineuses sans auréole; cellules diam. 3,8—5,7 μ; cénob. 30—57 μ. Marécages et tourbières de la plaine et du Jura: Lossy; Bienne, Seeland (Chodat).

Chlorella Beyerinck.

Bot. Zeit. XLVIII. 1890.

Fig. 102. *Chlorella vulgaris*, dans *Ophrydium versatile* (La Belotte, Genève).

Cellules globuleuses, ou un peu ellipsoïdes à membrane mince, égale dépourvue d'auréole gélifiée; chromatophore unique en plaque pariétale; multiplication par bi ou 4 partition du contenu; pyrénoïde ordinairement bien distinct. Cellules ordinairement isolées ou lors de la multiplication transformées en sporanges, ne montrant aucune tendance à la production de cénobes.

Chl. vulgaris Beyr. l. c.

Cellules sphériques 5 – 10 μ ; abondants dans toutes les cultures d'algues ; vit en symbiose avec des infusoires (*Paramecium, Ophrydium* etc.). Pinchat, Belotte près de Genève.

Dictyosphaerium Nægeli.

Einzell. Alg. p. 74, t. II, E. ; Borzi, Ber. d. d. bot. Ges. XII, 248 ; Nuov. Notarisia, 1891, 367.

Cellules arrondies ou plus ou moins ovales-réniformes, inermes ; membrane mince ; chromatophore en plaque pariétale à un gros pyrénoïde amylifère.

Multiplication : Le contenu se divise ordinairement en 4, rarement en 2 ; la membrane de la cellule mère se fend en 4 ou en 2 lobes au sommet desquels les cellules filles restent attachées. Ceci se répétant, il en résulte des colonies plus ou moins globuleuses englobées ordinairement dans une mucosité traversée par un système di ou tétrachotomique de filets qui sont les restes des lambeaux de la membrane des cellules mères successives. Le lambeau quadrifide central est ordinairement le plus robuste. Zoospores biciliées (Zopf).

Dictyosphaerium Ehrenbergianum Næg. l. c.

Familles librement flottantes ; cellules ovales disposées à la périphérie en une seule couche, à membrane lisse, 4—8 μ. Forme parfois une fleur d'eau dans les étangs ou les petits bassins ; ici et là dans les lacs. Fig. nostr. 82, pg. 160.

Zurich (Nægeli) ; Engadine (Brügger) ; Genève, étang du parc de l'Ariana ; petit étang de la campagne Martin-Dupan ; Salève, mare-abreuvoir des bestiaux ; Prarion au-dessus de Chamonix (Chod.).

D. pulchellum Woolle Freshw. Alg. t. 10.

Familles semblables à celles de l'espèce précédente ; cellules arrondies subréniformes ou ovales dans leur jeune âge, 5—9 μ.

Dans les mêmes stations que la précédente, dont elle ne diffère guère que par la forme des cellules adultes. Elle n'en est peut-être qu'une variété.

Genève, Ariana (Chod.) ; Come, abondante dans le lac ; Bâle, Feuerweiher von Ruhrberg bei Basel (Senn).

On a décrit, en outre, les espèces suivantes :

D. reniforme Lagerheim. Ofversigt. Vet. Akad. Förhandl. (1882) et **D. Hitchcockii** Wolle, Torr. Bot. Club. XII. (1885, p. 125).

Le premier est peut-être une espèce distincte ; le second est également trop mal décrit pour qu'il soit possible de l'identifier.

Lagerheimia Chodat (1895)

In Nuova Notarisia 1895, pag. 87. Fig. 1—12 ; Lemmermann in Hedwigia, 1898, 308. *Tetraceras* Chod. ; *Oocystis* Næg. ex parte.

Cellules isolées ellipsoïdes ou subcylindriques obtuses aux deux extrémités ; membrane ferme à double contour distinct, munie à chaque pôle de deux arêtes arquées et divergentes, un peu épaissies en petit tubercule à la base ou de 4 piquants dont 2 polaires et 2 équatoriaux. Chromatophore ordinairement médian en plaque sub-entière faisant le tour des $^3/_4$ de la cellule, ou latéral en manteau munie d'un petit pyrénoïde.

Multiplication : 1° par division du contenu en 4 ou 8 spores également ellipsoïdes, à l'intérieur de la membrane de la cellule mère gélifiée en vésicule, au pourtour de laquelle les arêtes persistent inaltérées ; 2° par autospores au nombre de 4 ou de 8 de même aspect que la cellule mère ; 3° (?) par zoospores biciliées oblongues.

Lag. genevensis Chod. l. c.

Cellules cylindriques ou ellipsoïdes obtuses et à piquants polaires divergents 8—10 μ. long. 3 μ. lat. Fig. nostra 35, pg. 58.

Bassin à canards du parc de l'Ariana près de Genève ; Mare sur le Grand Salève ; Lac de Taney, Alp. calcaires valaisannes ; Etangs à Breslau (Schrœder) Plancton de l'Oder.

Var. subglobosa (Lemmermann sub spec.) Hedwigia 1898, 309, Tab. X, fig. 9, n'en diffère que par ses cellules proportionnellement plus courtes et ses piquants plus raides. Dans les mêmes stations.

Lagerheimia wratislaviensis Schrœd. Berichte d. deutschen botanischen Gesellschaft. Bd. XV, Tab. 17, fig. 7.

Fig. 103. *Lagerheimia wratislaviensis.* (Lemm.)

Cellules ellipsoïdes à 4 soies un peu épaissies à la base, dont deux sont polaires et deux équatoriales ; cellules 11 μ. - 8 μ. ; soies 24—27 μ.

La multiplication de cette espèce n'est pas connue. On la retrouvera certainement en Suisse. Allemagne, Plancton de l'Oder (Schrœder) ; étang près de Leipzig (Lemmermann).

Oocystis Næg. (1855).

Sec. Al. Braun, Alg. unicellul. p. 94.

Cellules elliptiques ou ovales à membrane nettement délimitée, à double contour, ordinairement munie aux deux pôles d'un épaississement plus ou moins aigu, souvent difficile à apercevoir dans les états jeunes; chromatophore en plaque pariétale simple ou découpé en plusieurs plaques petites et discoïdes sans pyrénoïdes.

Cellules souvent réunies en autospores à l'intérieur de la cellule mère par deux ou par quatre. Multiplication: sporangiale par autospores, 2—8.

Oocystis Nægelii A. Br. (1855).

Cellules arrondies, ovoïdes ou elliptiques ordinairement dépourvues d'épaississement apical, 16—35 μ long., 10—26 μ larg., à chromatophore entier ou à peine lobé, souvent indistinct. Familles contenant (2) 4 à 8 cellules dans un tégument (cellule mère) ample ou adhérent. Membranes minces ou épaissies.

Formes décrites: α. *Typica*. Kirchner, Mikroskopische Welt des Süsswassers, Tab. II, Fig. 52.

Cellules elliptiques ou oblongues, arrondies aux pôles, contenues dans une cellule mère étroitement adhérente, de même forme; membranes minces ou plus épaisses. Chambésy, étang dans l'Arboretum Barbey-Boissier. *O. elliptica* West p. p. (Alg. of the english lake district, Journal Microscop. Soc., 1892, p. 714, fig. (*forma ampliata*). Fig. nostr. 104, A.

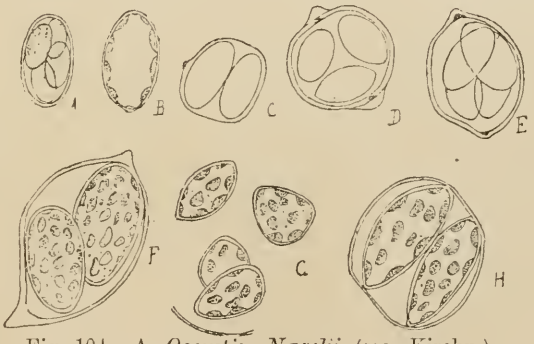


Fig. 104. A. *Oocystis Nægelii* (sec. Kirchn.). — B—E. *Oocystis solitaria* (sec. Wittrock). — F—H. *Oocystis solitaria* (sec. Chodat, Lossy).

β *Novae-Semljae* (Wille sub spec.) 1885.

Ferskvandsalger fra Novaja Semlja p. 26, t. XII, f. 3.

Cellules à chromatophore indistinct, réunies par 4 à 8 dans une cellule mère dilatée et gélifiée; cellules mères parfois groupées par deux ou par 4 à membrane limitante épaissie. (*O. elliptica West.* p. p. l. c.)

Marécages, Lossy près de Genève: campagne Barbey-Boissier, Chambésy.

Oocystis crassa Wittr. 1880 (Chod. emend.). Wittrock et Nordstedt Alg. dulc. exs. n° 355; Id. in Botaniska Notiser 1880, p. 117.

Cellules ellipsoïdes solitaires ou réunies par 2 ou 4 dans la cellule mère, à peu près deux fois plus longues que larges, plus ou moins épaissies aux deux pôles en un petit mamelon courtement conique.

α *typica*. Cellules symétriques 14 – 23 μ. long., 10 – 18 μ. larg.

β *asymetrica* (West. sub. spec.) l. c. 1894.

Cellules dissymétriques assez aiguës, 15/18 μ. long., 7—8 μ. larg.

γ *nodulosa* (West. sub. spec.) l. c.

Cellules à épaississement apical, faisant un peu saillie vers l'intérieur; 25, 26 — 16, 17 μ.

Etangs et lacs-étangs.

(α) Lac de Sarnen dans la région marécageuse ; (γ) lac de Joux.

Syn. : *Oocystis Marsonii* Lemm. Bot. Centralblatt, 1898.

Oocystis lacustris Chodat. Etudes de Biologie lacustre, Bull. de l'Herbier Boissier 1897, Mai. p. 296.

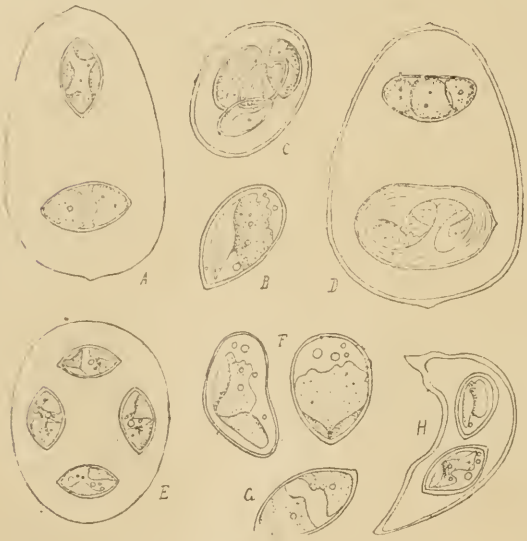


Fig. 105. *Oocystis lacustris* Chod. (Lac de Genève). A, vésicule bicellulaire ; B, cellule isolée ; C, vésicule 4 cellulaire à gelée peu abondante; D, grande vésicule dont les deux cellules filles sont en voie de sporulation, dans la cellule inférieure les cellules de seconde génération commencent à s'isoler par gélification de la couche interne de la membrane de la cellule mère ainsi que de la substance intersporaire ; E, cénobe quadricellulaire ; F, G, cellules montrant les apparences diverses du chromatophore, globules d'huile dans le plasma ; H, cellule mère anormale.

Cellules largement fusiformes subaiguës aux deux extrémités et à membranes faiblement épaissies aux pôles ; chromatophore en plaque pariétale unique dimidiée ou double ; granules huileux peu nombreux. Cellules isolées ou réunies en familles à membrane matricale dilatée, elliptique et munie des deux épaississements caractéristiques. Souvent, familles bicellulaires ou quadricellulaires de seconde génération enfermée dans la première cellule fortement gélifiée.

Plancton des lacs suisses : Genève, Constance, Joux et Brenets, Neuchâtel, Bienne, Morat, Lac Majeur, Lugano, Thoune, Walenstadt et sans doute également dans quelques autres.

Oocystis solitaria Wittr. in Wittrock et Nordstedt, Alg. dulc. exsec. n° 244 et Botan. Not. 1879, p. 24.

Cellules souvent solitaires, ellipsoïdes ou ovales à membrane assez épaisse et munie d'épaississements apicaux bien saillants, 13–48 μ, 7—25 μ. Chromatophores plus ou moins nombreux en disques ou pulvinés, pariétaux.

Familles, plus rares, formées de 2 à 4 cellules filles, à membrane de la cellule mère rarement dilatée. Lorsque la famille se rompt on voit des écailles de la membrane parfois persister à la façon d'un *Schizochlamys*. Cette espèce est très caractérisée et diffère de ses congénères par ses chromatophores. J'ai trouvé à deux reprises des *Oocystis* qui correspondaient pour le reste à l'*O. solitaria*, mais qui étaient pourvus de chromatophores à un pyrénoïde.

Marais, tourbières des environs de Genève; mares du Salève. Fig. nostr. 104, B–H.

Archer (Quart. Journ. Micros. Science 1877, 105) cite un *Oocystis gigas* qui me paraît être simplement un état de l'*Eremosphaera*. Il en est de même de l'*O. panduriformis* de West qui correspond exactement à la fig. 24 de mon mémoire sur l'*Eremosphaera* (Bot. Zeitung LIII, Tab. V).

Chodatella Lemmermann.

Hedwigia, 1898, p. 309.

Cellules librement flottantes isolées ou réunies dans une enveloppe commune, ovales ou ellipsoïdes à membrane bien définie munie soit aux deux pôles, soit sur tout son pourtour de 2 à plusieurs arêtes non épaissies à leur base. Un à (plusieurs) chromatophores pariétaux avec un ou sans pyrénoïde.

Multiplication: par spores ou autospores. Ce genre diffère d'*Oocystis* par l'absence d'épaississements apicaux de la membrane et la présence habituelle des piquants et de *Lagerheimia* par les arêtes dépourvues de tubercules basilaires.

Chod. quadriseta Lemm. l. c. 310, tab. X, fig. 10.

Cellules ovales, subglobuleuses, 4 μ et 5/5 μ, munies aux deux pôles de deux soies, 15 μ. Mares aux environs de Genève.

Ch. longiseta Lemm. l. c. tab. X, fig. 11—18.

Cellules elliptiques, 12/8 μ, munies à chaque pôle de 4—10 soies de 44—55 μ. Salève près de Genève.

Ch. ciliata (Lagh.) Lemm. l. c. Oefv. af Kongl. Vet. Akad. Förhandl. 1882. Tab. 3, fig. 33—37; *Oocystis ciliata* Lagerh.; *Lagerheimia ciliata* Chod.

Cellules isolées 9—18 μ larg., 12—21 μ long. ou réunies par 2—8 dans la cellule mère, elliptiques souvent munies de quelques globules

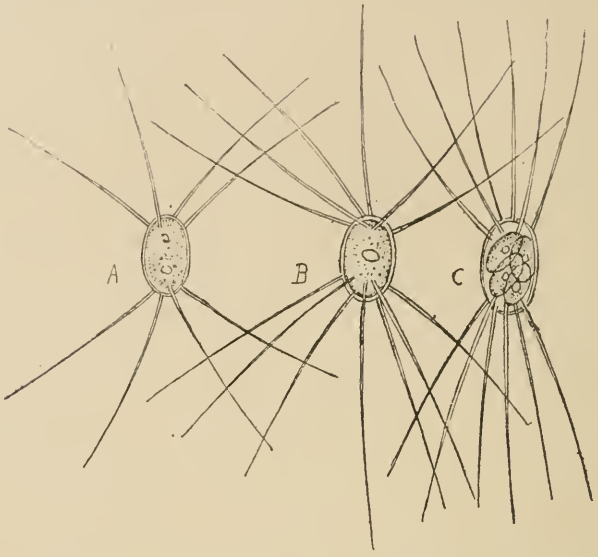


Fig. 106. *Chodatella longiseta* Lemm. — C, id. individu contenant 4 spores.

huileux polaires ; membrane distincte, munie vers chaque pôle de 3 à 7, ordinairement de 6 arêtes, 18—20 μ long. Marc du Salève p. de Genève.

Lagerheim en a détaché une var. *amphitricha* (Ofv. af Kongl. Vetensk. Akad. Förhandl. 1882. Tab. 3, Fig. 25—26) où les arêtes sont distribuées sur tout le corps et dont le *Ch. radians* (West.) Lemmerm. l. c. n'est qu'une forme.

Quant au *Chodatella armata* Lemm. (Golenkinia armata Lemm. voir Biol. Stat. Ploen, VI, Tab. 5, fig. 7).

Ch. Echidna (Kn. Bohlin) Chod. *Oocystis Echidna* Kn. Bohlin. Zur Morphologie und Biolog. einzelliger Alg. p. 518.

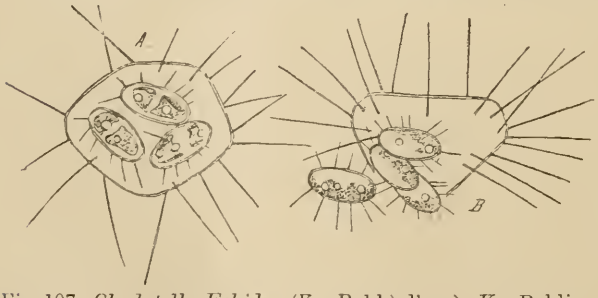


Fig. 107. *Chodatella Echidna* (Kn. Bohl.) d'après Kn. Bohlin.

Cette espèce diffère d'*O. ciliata* par la production d'autospores échidnées et par 1—4 chromatophores sans pyrénoïdes.

N'a pas encore été trouvée en Suisse.

Richteriella Lemmermann (1898).

Cellules sphériques ou ovales à membrane mince à peine distincte; chromatophore pariétal à un gros pyrénoïde. Arêtes disposées seulement d'un côté [1]), celui où les cellules aboutissent librement dans le milieu liquide. Cellules disposées en colonies plus ou moins botryoïdes, entourées par une auréole de soies. Multiplication: sporangiale avec dissolution rapide de la membrane de la cellule mère; les cellules filles sont disposées tétraédriquement (absence d'huile ?)

Ce genre diffère de *Golenkinia* par la membrane des cellules qui est mince et non constituée par plusieurs couches, par la disposition agrégée de ses cellules et l'unipolarité des soies.

Richteriella botryoïdes (Schmidle) Lemmermann in Hedwigia 1898, p. 306. *Golenkinia botryoides* Schmidle; *G. fenestrata* Schrœder; *Richteriella globosa* Lemm.

Fig.: Ber. d. d. Bot. Ges. Bd. XV, Tab. 17, 6, Tab. 25, f. 5; Biol. stat. Ploen VI, Tab. IV, f. 8; Hedwigia 1898, Tab. X, 1—6.

Cellules globuleuses, 3—7 μ., munies de 1—4 longues soies (60 μ ou moins).

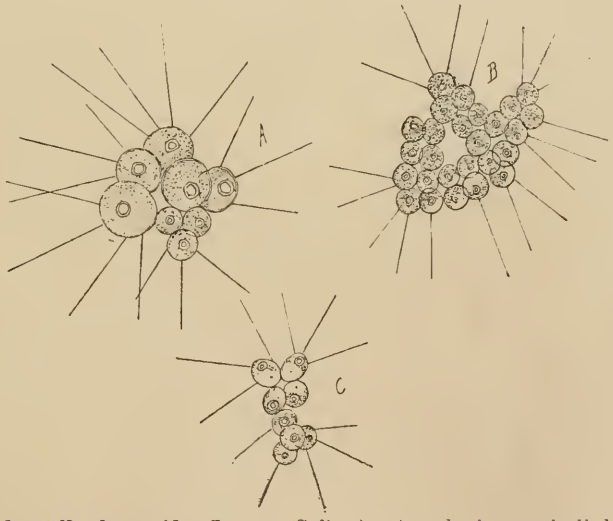


Fig. 108. *Richteriella botryoides* Lemm. (Salève). A, colonie paucicellulaire à grosses cellules; B, à petites cellules, issues d'une sporulation répétée suivie de la gélification de la membrane.

Les cénobes sont 4—16—∞ cellulaires, mais, comme la multiplication ne s'y fait pas souvent d'une manière simultanée, on peut rencontrer

[1]) D'après Lemmermann elles iraient s'épaississant insensiblement vers le point d'attache.

des cénobes dont les cellules sont de grandeur très différente (v. fig. 108). Les cénobes plus compliqués peuvent se désorganiser en plus petites colonies : de là l'irrégularité de plusieurs. Les cénobes quadricellulaires ou 16-cellulaires peuvent être percés à jour et donner l'image des stades figurés par Schrœder sous le nom de *Golenkinia fenestrata* (Lemmermann). Fig. 110.

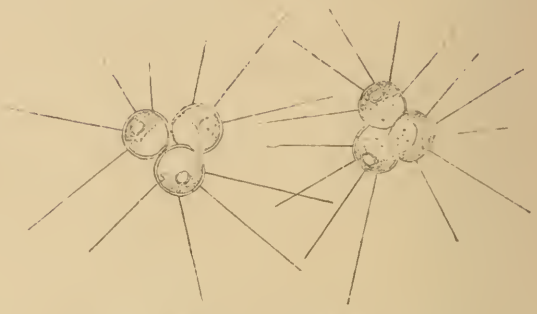


Fig. 109. *Richteriella botryoides* Lemm. Colonies quadricellulaires.

Mare du Salève, en assez grande abondance au mois de mai.

β *quadriseta* (Lemm. sub. spec.) l. c. 307, tab. X, f. 7, n'est guère qu'un stade de l'espèce précédente qui n'en diffère que par ses cellules ovales ou arrondies munies de 4 soies.

Mare du Salève, au même moment.

Schrœderia Lemmermann.

Hedwigia 1898, 311 ; *Reinschiella* ex. p., Ber. d. deutsch. bot. Ges. XV, Tab. 25, fig. 4.

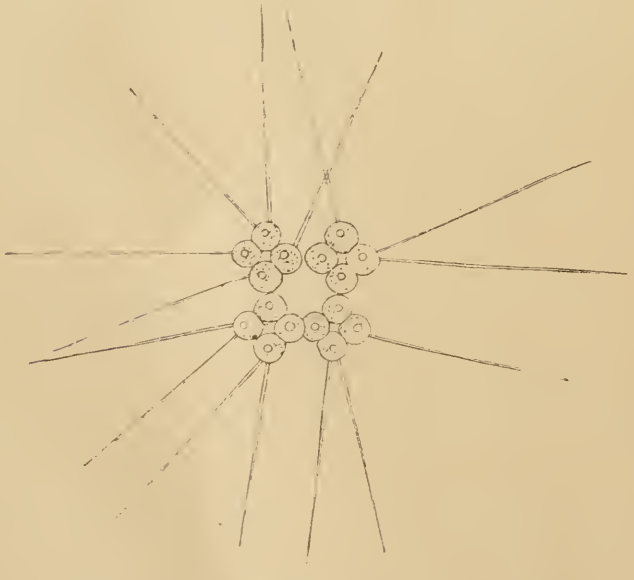


Fig. 110. *Richteriella botryoides*, forma *fenestrata* (Schrœd.).

Fig. 111. *Schrœderia setigera* Lemm.

Cellules isolées, nageantes, fusiformes, droites ou arquées ou courbées en spirale, munies d'une soie à chaque pôle. Chromatophore à un pyrénoïde. Multiplication : par segmentation (en apparence).

Schr. setigera (Schrœder) Lemm. l. c.

Cellules 3—6 μ, 60—85 μ, soies 13—27 μ (pélagique dans l'Oder, Schrœd.).

Cette espèce ne diffère guère du *Raphidium pyrenogerum* nob. que par la présence de soies raides. C'est dans son voisinage qu'il convient donc de placer ce genre curieux.

Pilidiocystis Bohlin (1897).

Cellules ovoïdes ; membrane en majeure partie mince, épaissie au pôle mineur en mamelon élargi, tandis qu'au pôle majeur elle porte sur un petit tubercule une ou deux arêtes courtes. Chromatophore à un pyrénoïde rapproché du pôle mineur. Multiplication : par autospores (2—4) mises en liberté par déliquescence de la membrane, sauf la calotte épaissie du pôle mineur.

Pilidiocystis endophytica Kn. Bohl.

Die Alg. der I. Regnellschen Exped. in Bihang till Svenska Vet.-Akad. Handlingar. Band 23. Afd. III, Nr. 7, Tab. I, 14—20.

Cellules 13—25, 17—30 μ ; arêtes 5—13 μ. Vit en endophyte dans le mucus des colonies de Rivulariées et d'autres Myxophycées (Paraguay). A rechercher dans les mêmes stations en Suisse.

Ce genre est évidemment voisin de *Lagerheimia* et d'*Oocystis*, mais il en diffère par sa bipolarité et son pyrénoïde unique.

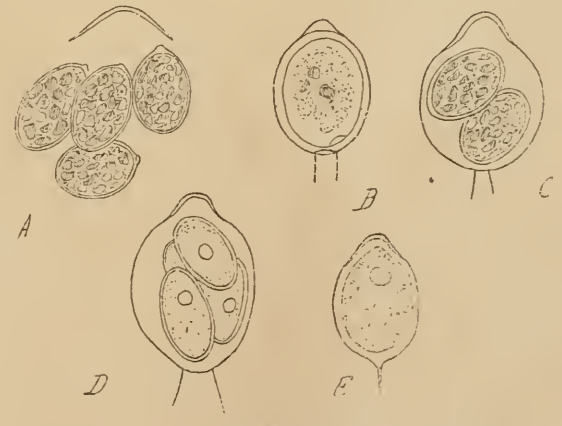


Fig. 112. *Pilidiocystis endophytica* K. Boh.
A, 4 spores ; B, cellule ; E, id. ; C et D, sporanges bi- ou 4-cellulaires.

Nephrocytium Næg. (1849).

Gatt. einzell. Alg. p. 80.

Cellules oblongues, arrondies aux extrémités, réniformes ou courbées; chromatophore en plaque pariétale étendue, à un seul pyrénoïde.

Cellules réniformes ou elliptiques-ovales ordinairement groupées en colonies de 4 ou de 8. Par la gélification des membranes qui peuvent s'étendre et croître et constituer des vésicules comprenant 4 ou 8 colonies primaires, les cellules réniformes sont disposées à la périphérie de chaque colonie.

Nephrocytium Aghardianum Næg. l. c. p. 80, Tab. III, C.; Chodat, Bull. herb. Boiss., 1897, 298, tab. XI.

On a depuis Nægeli divisé cette espèce en deux. L'auteur du genre avait déjà constaté ces deux formes auxquelles il avait prudemment donné les désignations *a minus* et *b majus*, considérant cette dernière comme le stade plus âgé de la précédente.

J'ai pu me convaincre de la justesse de cette appréciation en suivant le développement des *Nephrocytium*, assez communs à certains moments dans le lac de Genève.

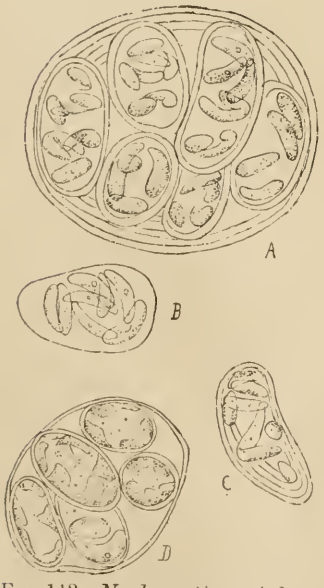


Fig. 113. *Nephrocytium Aghardianum* Næg. A. Grande colonie composée (famille). B. Cellule peu après la division du contenu. D. Jeune famille *b majus*. C. Jeune famille dont la gélification concentrique est visible.

La multiplication est initiée par une segmentation du chromatophore en manteau. Il n'est pas encore élucidé avec certitude si la division est simultanée ou successive. Cette dernière a lieu parfois (vid. opus nost. citat. p. 299). Les masses protoplasmiques se groupent ainsi en quatre ou en huit portions périphériques.

Par la division de *Nephrocytium* à cellules trapues et réniformes naissent, après une seconde division, des cellules réniformes subspiralées.

Ces dernières peuvent, à cet état, se multiplier par division transversale en se fractionnant (v. fig. op. cit. 4).

De nouvelles recherches devront compléter ces données encore insuffisantes sur l'évolution de ce genre.

α status adultior (β majus Næg.) Cellules réniformes 12—22 μ larges, près du double plus longues. *N. Nægelii* Grun. in Rabh. Fl. Europ. Algar. III, p. 52; Cooke Brit. F. W.

Alg. t. 11, f. 2; *N. obesum* West. Brit. F. W. Alg. Journ. of the Microsc. Soc. 1894.

β *status junior* (α minus Næg.). Cellules 2—7 μ. larges, 3 à 6 fois plus longues, disposées en spirale. Familles de 40—70 μ.

A ce second stade correspondent deux espèces établies par West et Bohlin. *N. lunatum* West. l. c. 1892, (fig. 49 Pl. X) correspond exactement au stade vermiculaire où les cellules subissent un fractionnement transversal (comparez op. nostr. Tab. XI, fig. 4). Dans le *N. allantoideum* Kn. Bohlin, les cellules vermiculaires sont obtuses et diffèrent par ce caractère du *N. lunatum* où les cellules sont plus ou moins aiguës (?); Bohlin semble mettre de l'importance à la disposition des cellules dans les colonies. J'ai montré combien varie cet arrangement réciproque et les stades figurés (1 et 4 de notre mémoire) correspondent à celui que cet auteur considère comme caractéristique pour sa nouvelle espèce.

Jusqu'à preuve du contraire par des cultures, je ne reconnais pas ces nouvelles espèces dont aucune n'a fait l'objet d'une étude approfondie.

Marécages et lacs de la Suisse. Pélagique dans les lacs de Genève, Neuchâtel, Constance (Kirchner), Aegeri; fossés et tourbières des environs de Zurich (Nægeli); Marais de la Trélasse (Ct. de Vaud).

Raphidium Kützing (1845).

Phycologia germanica 144; *Closterium* auct. pp.; *Ancistrodesmus* Archer; *Entospira* Hantzsch; *Raphidonema* Lagh.

Cellules fusiformes aiguës, rarement subobtuses, ordinairement beaucoup plus longues que larges; membrane mince, rarement persistant après la division; chromatophore en plaque pariétale allongée, ordinairement sans pyrénoïde (except. *R. pyrenogerum*). Multiplication: par autospores issues d'un cloisonnement transversal simple ou répété, ou bipartition en croix. Chaque produit de la division s'allonge dans le sens longitudinal et acquiert déjà dans la cellule mère sa forme définitive, tantôt en s'allongeant sur toute la longueur de la cellule mère, tantôt sur une portion de cette longueur seulement.

R. fasciculatum Kütz. l. c.; Nægeli, Gatt. einzell. Alg. 82, t. IV; R. *polymorphum* Fresenius 1856; R. *aciculare* Braun 1864.

Cellules isolées ou par 2, 4, 8—32, réunies en faisceau, fusiformes, atténuées insensiblement vers les deux extrémités qui sont très aiguës

ou prolongées insensiblement en une fausse soie filiforme, parfois un peu ventrues au milieu ou subégales dans la région épaissie, droites ou courbées de manière variée, 1, 5—5 μ. larges, 100 μ. long. Membrane ténue à peine visible, ne présentant pas à un grossissement moyen de double contour. Contenu vert jusqu'aux extrémités qui ne sont pas de vraies soies. Chromatophore en plaque pariétale à bords un peu repliés, présentant souvent dans son équateur une incision arrondie.

Multiplication : par autospores nées par division transversale et successive du contenu (2—4—8). Chaque cellule fille s'allonge en autospores et ceci fait paraître les plans de segmentation obliques. Lorsque la division et la croissance des cellules filles (autospores) est achevée, ces dernières réunies par l'enveloppe mince de la cellule mère sont fasciculées et paraissent issues d'une segmentation longitudinale. Tantôt elles sont mises en liberté, tantôt elles sont retenues d'un côté en bouquet ou par le milieu en faisceau, tandis que les extrémités divergent.

Fig. 114. *Raphidium fasciculatum* Kütz. 1, cellule isolées : 2, deux cellules filles encore accolées ; 3, faisceau divergeant.

α *aciculare* (status) ; *R. aciculare* (A. Br.) Rabh. ordinairement isolée droite, acuminée aux deux bouts (fig. 113)[1].

β *fasciculatum* (status) *R. fasciculatum* Kütz. ordinairement fasciculées en faisceau à cellules droites ou falciformes courbées vers l'extérieur et réunies au milieu. (fig. 113,3). Berne (Perty). Choulex (De Wildemann) ; Zurich (Nægeli) ; Katzensee (Cramer et Brügger) ; Thusiser Cauma-See (Alp. rhétiques) (Brügg) ; Grand St-Bernard, Simplon (De Wildem.) ; Berne, Zurich, St-Gothard, Mont-Bigorio, Stockhorn (Perty) ; dans tous les marécages, très répandu.

Fig. 115. *Raphidium fasciculatum* β spirale.

γ *radiatum* (status) faisceau à cellules disposées en étoile, plus ou moins droites ou courbées, sinueuses, subspiralées.

δ *spirale; (Raphidium spirale* Turner), faisceau à cellules spiralées très acuminées, enroulées les unes sur les autres (4--8) et à extrémités libres. Lac de Champex, abondant ; marais de Lossy ; tourbières de Bienne.

ε *stipitatum*, cellules isolées fixées par une de leurs extrémités sur des algues filamenteuses. Pinchat, Genève, fossés au bord de la route. Multiplication par division comme précédemment. (Bull. Hb. Boiss. 1894, 608).

a) les produits de la division peuvent diverger, n'étant réunis que vers la base, la membrane de la cellule mère étant fugace comme dans les cas précédents.

b) la membrane persiste fixée et les autospores sont expulsées par le sommet ouvert (fig. 89*a*)[1]. Pinchat, Genève.

c) les cellules filles restent fixées au sommet de la cupule où le phénomène décrit en *b* se répète. Ainsi naissent les gracieux arbuscules décrits (opus nostr. 168) (fig. 89*b*).

Type. Fossés, mares, tourbières et étangs -- très commun.

Fig. 116. *R. fasciculatum*, var. *turfosum*. (Lossy.)

Le pléomorphisme des *Raphidium* est considérable. Dans les cultures prolongées il se produit des formes bizarres (voir sub *Raphidium Braunii*).

Var. turfosum, cellules comme dans le type, mais d'un vert plus bleuâtre et comme striées transversalement (fig. 115). (Marais de Lossy, Trélasse, etc.).

α *stipitatum* répète pour cette variété la disposition décrite pour ε stipitatum (fig. 90). (Marais de Lossy p. Genève).

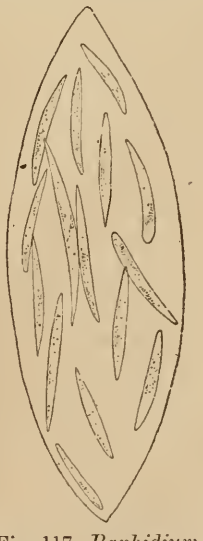


Fig. 117. *Raphidium Braunii*, var. *lacustre* Chod. Grande famille gélifiée. (Genève-Lac.)

Raphidium Braunii (Næg.) in Kützing Spec. p. 891 ; Artari, Bull. Soc. Imp. des naturalistes de Moscou 1892, p. 34.

Cellules plus épaisses que celles de *R. fasciculatum* 5—8 μ, 4—7 fois plus longues, en général trapues, ordinairement droites, assez courtement atténuées aux extrémités, aiguës ou subobtuses, ordinairement isolées et pléomorphes.

Je ne sais jusqu'à quel point cette forme est spécifiquement distincte de l'espèce précédente, dont elle ne diffère que par des caractères d'importance très secondaire. Je la conserve provisoirement comme distincte.

Dans les flaques d'eau qui séjourne, petits réservoirs, milieux de culture. Pinchat, Genève.

[1] Sub. *R. Braunii.*

Var. lacustre Chod. Etudes de biologie lacustre l. c. Tome V, Pl. II, f. 9 et 10, à gauche.

Entre les produits de la division se forme une gelée abondante que retient la membrane de la cellule mère, parfois très ample et contenant jusqu'à 16 autospores.

Lacs de la Suisse: Joux et Brenets; Neuchâtel, Bienne, Morat, Zoug, Majeur et sans doute dans d'autres lacs (Bourget-France).

Raphidium nivale Chodat. Flore des neiges du Col des Ecandies, Bull. Herb. Boiss. IV, 1896, 886, tab. IV, 25—36.

Cellules isolées, faiblement atténuées aux extrémités, ordinairement bacillaires ou plus longuement atténuées; extrémités souvent obliquement tronquées; chromatophore unique en plaque pariétale ou dimidiée et plus ou moins incisée sur les bords, finalement segmenté en plusieurs plaques séparées par une zône claire étendue (avant la division).

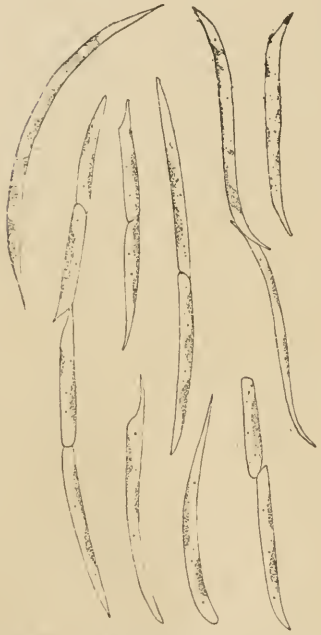


Fig. 118. *Raphidium nivale* Chod. (Col des Ecandies). Divers états de division; on voit clairement comment les cellules filles glissent l'une sur la suivante par accroissement apical suivi d'un fractionnement apparent. (Neige des Ecandies).

Multiplication: par segmentation transversale suivie d'un accroissement en sens inverse des deux tronçons qui glissent par ce fait l'un sur l'autre sur un faible parcours (v. fig. 117).

Neige rouge du Col des Ecandies (Valais).

Raphidium longissimum Schrœd. Berichte der deutsch. bot. Ges. Bd. XV, Tab. XVII, p. 373.

Cellules bacillaires filiformes atteignant 300 μ et plus ou moins spiralées; extrémités prolongées en longue queue (n'a pas encore été signalé en Suisse).

Fig 119. *Raphidium pyrenogerum* Chod. — Deux cellules isolées.

Raphidium pyrenogerum Chod. Mémoires de l'Herb. Boissier, 1900, n° 17.

Cellules fusiformes, variables, étroites ou plus épaisses, ordinairement solitaires, faiblement acuminées ou prolongées en pointe très

allongée ; membrane mince ne laissant pas voir de double contour ; chromatophore à un petit *pyrénoïde*. Multiplication : comme chez le *Raphidium nivale*. Etat gélifié comme chez *R. Braunii var. lacustre* dont ce stade ne diffère que par la présence d'un pyrénoïde.

α *fusiforme* (status), cellules fusiformes (fig. 119).

β *aciculare*, cellules aciculaires longuement filiformes aux deux extrémités.

γ *falciforme* comme β, mais courbé.

δ *septatum*, cellules cloisonnées en 8 à chromatophore muni chacun d'un pyrénoïde et lui donnant ainsi l'apparence d'un filament.

ε *gelifactum*, produits de la division diversement ordonnés à l'intérieur de la cellule mère dont l'intérieur est plus ou moins gélifié.

Tous ces stades dans le Bassin à canards du Parc de l'Ariana près de Genève.

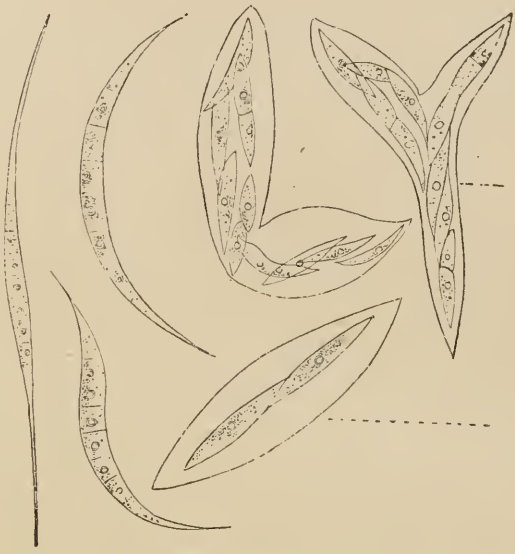


Fig. 120. *Raphidium pyrenogerum* Chod. (Ariana, Genève), β *aciculare*, δ *septatum*, ε *gelifactum*.

Kirchneriella Schmidle (1893).

Beiträge zur Algenflora des Schwarzwaldes etc., in Berichte naturforsch. Ges. zu Freiburg in B. 1893, p. 15. — Chodat, sur le genre Kirchneriella, Bull. de l'Herb. Boiss., tome III, 1895, 309, f. 1—6.

Cellules en croissant ou subcylindriques, courbées en demi-cercle ; extrémités subaiguës ou subobtuses ; souvent disposées en colonies gélifiées, où elles sont disposées de manière à orienter leur convexité toutes du même côté, ou sans ordre (4—∞). Chromatophore pariétal appliqué sur la face convexe, muni d'un pyrénoïde médian ; membrane mince.

Multiplication : par autospores au nombre de 4 (ou d'un multiple de 4) issues d'une segmentation transversale double (v. fig. 120) ou en croix (fig. 121). Comme chez *Raphidium*, les plans de segmentation deviennent progressivement obliques par l'accroissement en longueur des produits de la division (contrairement à Schmidle, qui a indiqué pour cette espèce un cloisonnement longitudinal). Lorsque les autospores qui che-

vauchent les unes sur les autres sont constituées, elles sont mises en liberté par rupture de la membrane de la cellule mère qui se fend en

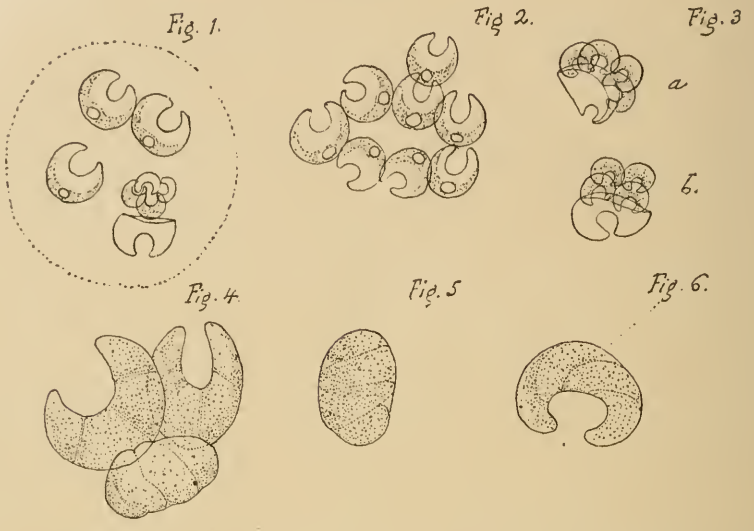


Fig. 121. *Kirchneriella lunaris* Mœb. — 1. Famille à 4 cellules dont l'une vient d'émettre un nouveau cénobe. 2. Disposition des cellules en un sub-cénobe. 3. Mise en liberté des cellules filles qui sortent par la fente dorsale de la membrane de la cellule mère. 4. Cellules grossies dans lesquelles on voit les plans de segmentation transversaux. 5 et 6. Déplacement oblique de ces plans.

long du côté convexe. Les cellules filles sortent entourées d'une gelée plus ou moins abondante.

Kirchneriella lunaris (Kirch.) Moeb. ; *Kirchneriella lunata* Schmidle l. c. (nomen a cl. Moebius correctum). *Raphidium convolutum var. lunare* Kirchner, Algenflora von Schlesien, p. 114.

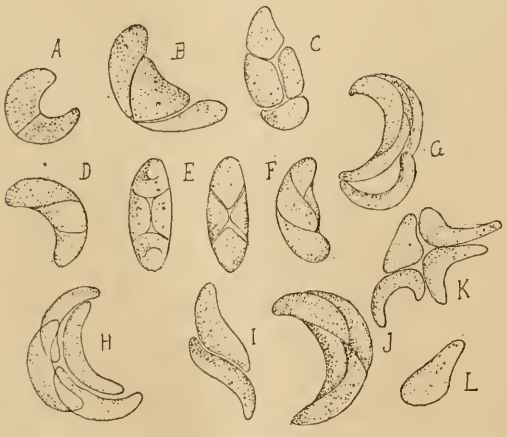


Fig. 122. *Kirchneriella lunaris.* A Première segmentation. B et C. Cellules divisées en 4 vues de côté et de dos. D—H. Divers stades de 4-partition (Etang de Hofmansgave).

Cellules semi-lunaires à extrémités subaiguës, 3—5 μ. larg., 2 × plus longues.

β *Dianae* Kn. Bohlin l. c. 20 (Parag.), cellules plus courbées, souvent acuminées et plus tordues, en colonies souvent considérables.

Etangs et lacs-étangs, mares, assez répandue. Salève (1200 m.).

Kirchneriella obesa (West) Schmidle, Aus der Chlorophyceen Flora zu Virnheim, Flora 1894, Tab. VII, f. 2. l. c.; et West Journ. Microsc. Soc. 1892, tab. X, fig. 3; *Selenastrum obesum* West, Alg. of the Engl. Lakes distr. l. c. 1892, Tab. X, f. 50—52.

Cellules semi-circulaires à extrémités obtuses, à peine atténuées 2—4 μ lat.

Kirchneriella contorta (Schmidle) Kn. Bohlin; *K. obesa var. contorta* Schmidle, Flora 1894, tab. VII, fig. II; *Kirchneriella gracillima* Kn. Bohlin, Parag. l. c. 20, tab. I, f. 25—27 (p. p.); *Selenastrum Bibraianum* (Turner).

Fig. 123. *Kirchneriella contorta* Kn. Bohlin. Cellules vermiformes libres ou encore entourées de la membrane de la cellule mère. (Hofmansgave).

Cellules cylindriques, égales, obtuses et arrondies aux bouts, souvent tordues en spirale formant de petites colonies (8); long. des cellules 8—10 μ, largeur 0,7—2 μ.

β *gracillima* (Kn. Bohlin), cellules filiformes très étroites, 0,7—1,3 μ.

La multiplication du *K. contorta* se fait de la même manière que celle de *K. lunaris*, mais le nombre des autospores issues de la cellule mère est ordinairement de 8, rarement de 4 (v. fig. 122).

Selenastrum Reinsch (1867).

Algenflora von Franken, p. 64, t. IV, fig. 2, a—c; Wille in Engl. et Prantl. I, II. Abth., 58, fig. 37 A.

Cellules falciformes acuminées, semi-lunaires, disposées par 4 ou par 8 en colonies dont les cellules se touchent dos à dos, tournant leur concavité vers l'extérieur; membrane mince; chromatophore sans pyrénoïde. Multiplication: inconnue jusqu'à présent; sans doute par segmentation transversale à la façon des *Raphidium* et production d'autospores.

S. Bibraianum Reinsch.

Cellules semi-lunaires à extrémités droites, à peine infléchies vers le centre, disposées par 4 ou par 8.

St-Gothard, Lugano, Perty l. c. p. 212 (?) Nos dessins qui correspondent exactement au type décrit par Reinsch ont été faits d'après du matériel provenant du Danemark.

Ce genre ne comprend jusqu'à présent guère qu'une seule espèce certaine. L'absence du pyrénoïde la différencie clairement de *Kirchneriella* et de *Scenedesmus*.

Fig. 124. *Selenastrum Bibraianum* Reinsch. — (Pinchat, Danemark, Chodat.)

S. acuminatum Lagh. doit rentrer dans le genre *Scenedesmus*; *S. gracile* Reinsch l. c. p. 65, fig. 3 a—b.; *S. bifidum* Bennett, Alg. of N. Cornwall p. 6, tab. IV, f. 15 - 16, M.S. 1887, paraît être plutôt un *Selenosphaerium*.

Selenoderma Kn. Bohlin (1897).

Die Algen der ersten Regnellschen Exp. in Bihang till. K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, tome 23, n° 7, tab. I, fig. 31—35.

Cellules largement semi-lunaires, extrémités subaiguës, disposées en un thalle plan, microscopique 4—∞ cellulaire; chromatophore pariétal à un pyrénoïde. Multiplication: par segmentation simple ou double dans le même sens et production d'autospores.

Fig. 125. *Selenoderma Malmeana* Kn. Bohlin (ex auct.).

Ce genre est voisin de *Kirchneriella* et des genres de la série suivante; je ne saurais admettre une affinité avec les genres *Palmella* et *Tetraspora* qui ont une propagation par zoospores et dont la structure cellulaire est toute différente et qui n'ont que l'apparence du thalle semblable.

S. Malmeana Kn. Bohlin.

Long. des cellules 8—10 μ; larg. 5—7 μ. (Paraguay).

Crucigenia Morren (1830).

Ann. Sc. nat., tome XX, 404; *Staurogenia* Kütz. 1849, Spec. algar.

Cellules de formes variées à chromatophore pariétal, muni d'un pyrénoïde, disposées en un petit thalle de 4—8—16 cellules, séparées ordinairement au centre de figure, réunies plus ou moins aux sommets. Multiplication: par deux segmentations en croix, l'une transversale, l'autre longitudinale. Thalle ordinairement plus ou moins gélifié.

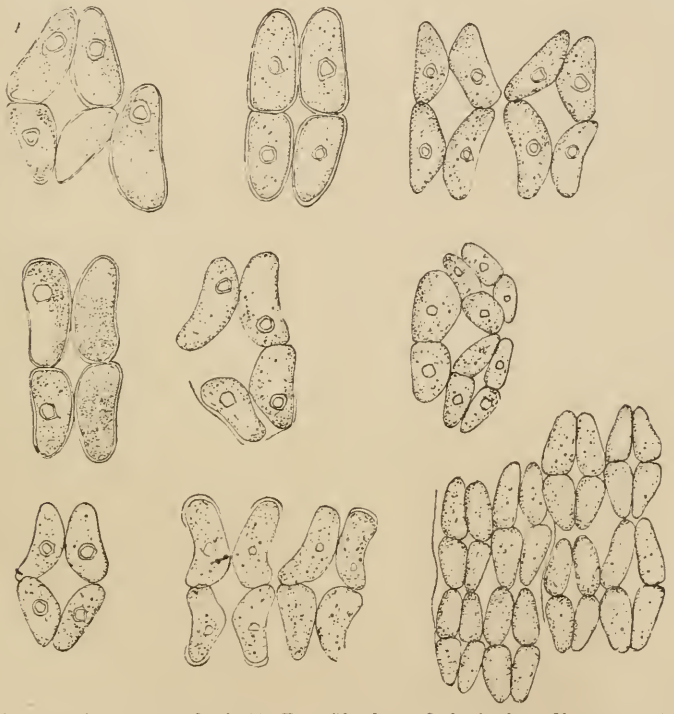


Fig. 126. *Crucigenia rectangularis* (A. Br.) Chod. — Subcénobes diversement constitués; 4, subcénobe quadri-cellulaire dont on voit distinctement les pyrénoïdes des cellules non divisées, tandis que celles qui se préparent à la division l'ont dissout; 5, subcénobe dont les cellules divergent et sont encore accompagnées de débris de la membrane de la cellule mère; 6, cénobe 4-cellulaire dont deux cellules se sont divisées (famille); 7, type; 8, deux cénobes, munis de débris de la membrane de la cellule mère; 9, cénobe 32-cellulaire. (Hofmansgave).

Crucigenia quadrata Morr. l. c. tab. XV, fig. 1—5.

Cellules quadratiques, à angles aigus ou obtus, groupées par 4 et laissant entre elles, au milieu, une petite fenêtre ordinairement également quadratique. Colonies de 16 cellules à groupes disposés comme les colonies partielles.

Cette espèce se rapproche beaucoup du *C. triangularis*, mais dans cette dernière les cellules sont triangulaires.

N'a pas encore été rencontrée en Suisse ; elle paraît rare.

Crucigenia rectangularis (A. Br.) Chod. Alg. unicell. p. 70 ; Cooke Brit. F. W. Alg. p. 46, t. 18, f. 3.

Cellules ovales, oblongues ovales ou un peu arquées vers l'extérieur, circonscrivant une lacune quadrangulaire, conniventes vers leur sommet, ou au-dessous si elles sont arquées ; les cellules de chaque paire divergentes à la base, 5 - 7 μ. long. sur 4—6 μ. de large.

Colonies 4-cellulaires, 16—32-cell. ; membrane de la cellule mère persistant en partie après la division.

Etangs et marécages, Zurich (Næg., Braun) ; marécages au bord du lac de Joux ; pélagique au lac de Lugano.

Crucigenia Lauterbornei (Schmidle. Botanische Zeitschrift für Systematik und Pflanzengeogr. 1896—97) Chod.

Cellules subelliptiques disposées comme dans l'espèce précédente, mais unies aux cellules des cénobes 4-cellulaires voisins par des prolongements muqueux courts qui paraissent bifides après séparation ; chromatophore et pyrénoïde ; long. des cellules 6 μ., largeur 3—4 μ.

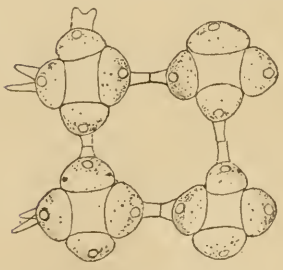


Fig. 127. *Crucigenia Lauterbornei* (Schmidle) Chod.

N'a pas encore été signalé en Suisse.

Crucigenia triangularis Chodat. Mém. de l'Herb. Boiss. 1900.

Cellules largement ovales-triangulaires à angles très arrondis ou tronqués ; membrane mince ou plus distincte ; chromatophore pariétal à un pyrénoïde.

Cellules groupées en cénobe plan, 4-cellulaire ou 16—∞ cellulaire ; colonie ordinairement perforée au centre par une petite fenêtre bordée par les 4 angles connivents des cellules.

La multiplication se fait après arrondissement de la cellule par une bipartition en croix. Les produits de la division peuvent rester unis, tandis que la membrane de la cellule mère est déliquescente, ou aussi sont expulsés hors de la cellule mère qui est alors persistante (v. fig. 147, 14-19).

N'a pas encore été trouvée en Suisse. Station : étang à canards (Danemark).

Crucigenia fenestrata Schmidle. Kneuk. Bot. Zeitschr. 1897, Heft 7—8.

Cellules trapézoïdes disposées par 4 en montants de fenêtre autour

d'une grande lacune centrale plus ou moins gélifiée; cénobe souvent à 16 cellules en 4 subcénobes immergés dans un cadre de gelée cénobiale.

N'a pas encore été trouvé en Suisse.

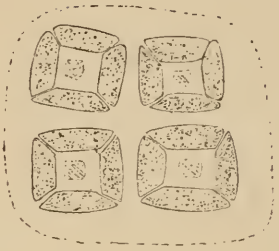


Fig. 128. *Crucigenia fenestrata* (Schmidle) Chod.

Crucigenia emarginata (West) Chod.

Staurogenia emarginata West, Freshwater alg. of Madagascar in Transact. of the Linn. Soc. of Lond. II. Ser. Bot. vol. V, p. 3.

Cellules groupées par 4, un peu plus longues que larges, rhomboïdales émarginées à la base et au sommet ainsi qu'à l'équateur. Il est difficile de se faire une idée exacte de la place de cette plante dans le système. Les descriptions de West sont le plus souvent trop succintes et ne sont presque jamais accompagnées d'une étude de l'évolution. Est-ce un genre nouveau?

C. apiculata Lemm., Bot. C. B. 1898, n° 44—45, 3.

Cellules allongées, souvent presque triangulaires, réunies par 4 ou 16 en familles librement nageantes. Chaque cellule porte au côté interne du pôle externe, une petite pointe.

Cellules 2,5—5 μ: 4—7 μ (Lemm. l. c.). Grimma dans un étang.

N'a pas encore été signalé en Suisse.

Actinastrum Lagh. (1882).

Bidrag till Känned. om Stockholmstraktens Pediastreer etc. K. Vetensk. Akad. Förhandling 1882, p. 70: Chodat in Nuova Notarisia 1895, p. 86, f. 1—17.

Cellules bacillaires ou ovales, très oblongues, quelquefois claviformes; membrane fugace; chromatophore pariétal à pyrénoïde. Multiplication: par division du contenu, tantôt longitudinalement, tantôt par un nouveau cloisonnement transversalement. Ainsi naissent des états 4-cellulaires qui peuvent ressembler aux états correspondants de *Crucigenia rectangularis*. Le plus souvent les produits de la division divergent et ne sont réunis que par leur base un peu épaissie. Ces colonies rayonnantes peuvent multiplier leurs rayons par de nouvelles divisions, puis chaque article répétant ce mode de développement, il en résulte des colonies compliquées, mais toujours du même type (v. fig. 128).

Act. Hantzschii Lag. Caractères du genre : cellules 10—24 μ sur 3—6 droites, oblongues subconiques.

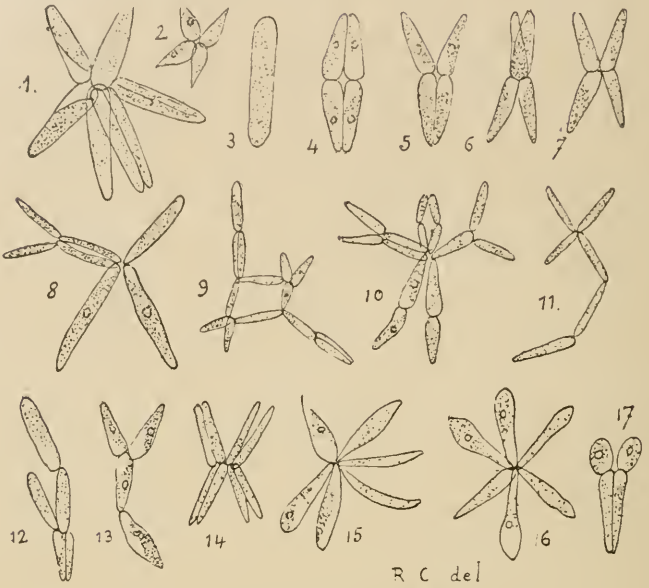


Fig. 129. *Actinastrum Hantzschii.*

Etangs et marécages. Ariana près de Genève.

Tetrastrum Chodat. (1895).

Bull. de l'Herbier Boissier 1895, p. 14 ; *Cohniella* Schrœder, Ber. d. d. bot. Ges., XV, 373, tab. XVII, 5 *a* et 6 ; *Staurogenia* Nordst. p. p., Bot. Notiser 1882, 55.

Cénobes quadricellulaires, plans simples ou composés ; membrane plus ou moins gélifiée, munie de prolongements aciculaires plus ou moins nombreux disposés sur le plan général de la colonie et au pourtour de cette dernière. Multiplication par division du contenu en 4 cellules filles disposées sur un plan ; les 4 cellules sortent en autocolonie nue ou munie déjà des arêtes caractéristiques. Genre voisin de *Staurogenia (Crucigenia).*

I. Prolongements de la membrane hyalins et peu fermes. *(Cohniella* Schrœder).

T. staurogeniaeforme (Lemm.). *Cohniella staurogeniaeformis* Schrœder l. c. ; *Staurogenia Schroederi* Schmidle, Ber. d. d. bot. Ges. XVIII, 156.

Cénobe quadratique fermé, à angles plus ou moins arrondis, munis de plusieurs (cc. 5) aiguillons dorsaux disposés dans le plan du cénobe. Dim. 5—6 μ.

Obs. Schmidle en a séparé une seconde espèce dont les cellules sont plus lâchement réunies, arrondies et munies du côté externe, sur le dos, de 5 arêtes et plus, rayonnant de la surface de la cellule. Cette espèce me paraît se rapprocher plutôt d'un Richteriella dont elle a les piquants insensiblement élargis vers la base (3—4 μ). *T. multisetum* Schmidle.

II. Prolongements plus fermes, facilement visibles.

Tetrastrum heteracanthum Chod. l. c.; Schmidl. (sub. Staurogenia) l. c.

Cénobes quadratiques à cellules 5—6-gones, un peu émarginées ou excavées du côté externe et munies sur les deux renflements qui bordent le large sillon d'une épine, tantôt longue, tantôt courte. Le cénobe tout entier est ainsi muni de 8 arêtes alternativement longues et courtes et disposées sur un plan. Chaque arête est un peu incurvée.

Obs. M. Schmidle a rattaché à ce groupe un cénobe auquel il a donné le nom de *St. alpina*. Le pourtour est octogone; les cellules arrondies vers l'intérieur, tronquées vers l'extérieur et munies aux angles de très petites épines *T. alpinum* Schmidl.

Lac de Davos, récolté par M. Lauterborn. (Voir l'article cité de M. Schmidle l. c.).

Hofmania Chodat.

Lab. de botanique, IVme série, Xme fascicule, p. 8, fig. 10, in Mém. de l'Herbier Boiss. 1900.

Cellules ovales à membrane assez distincte; chromatophore à un pyrénoïde; chaque cellule est réunie aux autres par sa base élargie; elle porte à son sommet un cylindre muqueux fusiforme tronqué et à peu près de la longueur de la cellule. Cénobe à 4 cellules disposées en croix.

Fig. 130. *Hofmania appendiculata* Chod. Les appendices signalés dans le précédent travail semblent n'être que des lobes de la membrane de la cellule mère déchirée (dessins d'après les algues récoltées au Salève).

Hofmania appendiculata Chod. l. c. p. 9.

Caractères du genre; cell. 6—9 μ long. 4—6: appendice 6—8 μ.

Etang au Danemark: n'a pas encore été rencontrée en Suisse. (Fig. 148, 10 et 11).

Scenedesmus Meyen (1829)

Nova Acta Leopold. XIV, 2. pg. 774, tab. 43.

Cellules oblongues, rarement courtement elliptiques, fusiformes, aiguës ou arrondies au sommet, aristées ou mutiques: membrane ferme ordinairement nettement distincte; chromatophore pariétal plus ou moins découpé, à un pyrénoïde. Lorsque les arêtes sont développées, il n'y en a qu'une seule au sommet des cellules, ou s'il y en a plusieurs, l'une est plus importante.

Cellules rarement isolées, ordinairement groupées en cénobe par 4-8-16 cellules disposées en une série linéaire ou en zig-zag ou en thalle à cellules alternantes.

Multiplication: par autocolonies ou par autospores, plus rarement par spores.

Etats globuleux protococcoïdes, sporipares dans quelques espèces; états *Dactylococcoïdes* chez d'autres et enfin phase palmelloïde ou gloeocystioïde.

Scenedesmus obliquus (Turp.) Kuetz. Syn. Diatom. p. 609; *Scenedesmus acutus* Meyen, Beobacht. über Algenformen, l. c. 1829, p. 775, tab. 43, f. 32; Nægeli, Gattung. einzell. Algen, t. v. A., f. 3.

A. Cellules disposées en cénobe 4 ou 8 cellulaire: cellules fusiformes, aiguës à chaque pôle ou alternativement aiguës et obtuses, c'est-à-dire ovoïdes aiguës. Dimensions: 4-27 μ. 2.5-10 μ.

Membrane ordinairement fugace, rarement nettement visible.

Multiplication: 1° par division du contenu en 4 ou 8 autospores qui sortent accolées, *par rupture de la membrane* (v. fig. 86, U). En s'étalant elles forment un nouveau cénobe simple ou composé.

2° par division du contenu en quatre autospores qui sont mises en liberté par diffluence de la membrane (v. fig. 86, M).

B. Stade Dactylococcus.

α. isolé.

Les cellules issues de la division précédemment indiquée, peuvent ne pas rester accolées, mais être libérées isolément. Ces cellules libres se-

ront tantôt fusiformes, tantôt ovoïdes oblongues, tantôt elliptiques, munies, comme les cellules types, d'un chromatophore avec pyrénoïde (85).

β. en chaînes.

Ces cellules de formes variées sont retenues en chaîne parfois linéaire, parfois rameuse, par le fait que le mucus qui sert à l'expulsion des produits de la division persiste à unir ces derniers qui divergent de manières diverses *(Dactylococcus infusionum* Nægeli l. c.) (fig. 86, C, D).

C. Stade Protococcus.

Déjà au stade *Scenedesmus* la division du contenu de chaque cellule peut se répéter et donner naissance à des spores plus ou moins arrondies ou courtement fusiformes. Ces spores ne rappellent plus que de loin les cellules Scénédesmiques.

Chaque cellule de la colonie normale peut s'arrondir et former un état globuleux qu'il serait impossible de reconnaître comme appartenant à ce genre, si l'on n'en avait suivi l'origine.

Ces états globuleux se multiplient par sporulation à la façon d'un *Dactylococcus* ou d'un *Cystococcus*, pour revenir à la phase Scénédesmus.

Scenedesmus acuminatus (Lagh.) Chod. *Selenastrum acuminatum* Lagh. in Wittr. et Nordst. *Scenedesmus falcatus* Chod. Nuov. Notarisia, 1895, p. 89.

Cellules disposées par 4, en cénobe facilement dissociable. Cellules marginales, arquées, falciformes comme les cellules centrales longuement et insensiblement acuminées. Dimensions : 6-7 μ. larg., 30-50 μ. long.

Multiplication : par autospores nées comme dans le type précédent *(S. obliquus)* et le *Raphidium* (fig. 88).

Etangs, Lacs-étangs, Bassins à canards : Ariana près de Genève.

Scenedesmus incrassulatus Bohlin. Die Algen der 1sten Regnell'schen Expedition in Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar, Band 23 Afd. III. n° 7 p. 24. Tab. I, f. 45-51.

Fig. 131.

Cellules fusiformes subaiguës, disposées en cénobe quadricellulaire (ou bi-c.), les intérieures peu, les extérieures plus fortement courbées vers l'intérieur du cénobe, ce qui lui donne un pourtour à peu près circulaire ou ovale quand les cellules sont en alternance. Membrane mince un peu épaissie en bouton au sommet.

Dimensions : 5 = 17, 5 = 23, 6 = 14 ; 7 = 28, 8 = 24.

N'a pas encore été constatée en Suisse. (Bohlin, Matto-Grosso).

Cette espèce est voisine du *S. obliquus*, chez lequel d'ailleurs la même disposition des cellules peut se rencontrer. Mais le fait que cet arrangement est habituel et la présence d'un épaississement spécial de la membrane, semblent parler en faveur d'une espèce distincte.

Scenedesmus curvatus Bohlin. l. c. p. 23. Tab. I. fig. 41-44 et 52.

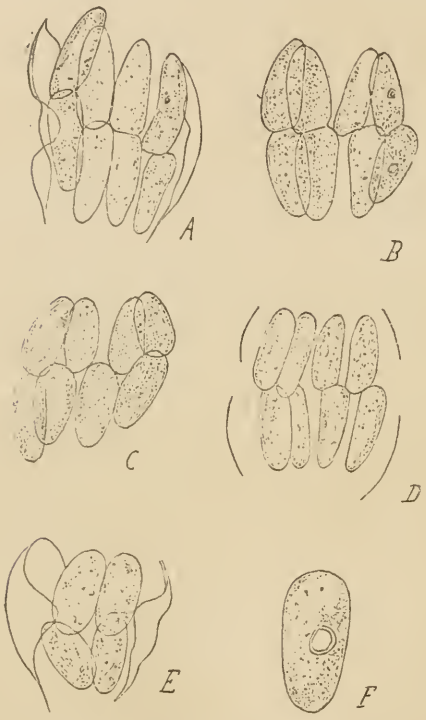


Fig. 132. *Scenedesmus curvatus*. A. Nouveau cénobe 8-cellulaire; on voit encore au pourtour les deux valves de la cellule mère; B–D id ; E, cénobe quadricellulaire ayant rompu l'enveloppe de la cellule mère; F. cellule isolée (Salève).

Cellules disposées en cénobe de 8 (souvent de 4) cellules, en deux séries alternantes, faiblement cohérentes à la base; cellules de chaque série séparées les unes des autres par un espace égal à l'épaisseur d'une cellule, ou à peu près. Cénobe courbé, formant un segment d'un cylindre creux.

Cellules obtuses, un peu courbées vers le centre du cénobe. Un chromatophore, un pyrénoïde.

Dimensions des cellules: 12 — 30 — 4 — 10 μ. (Paraguay).

Cette curieuse espèce qui se multiplie par autocolonies, devra être recherchée en Suisse où elle n'a pas encore été rencontrée. Trouvée en abondance dans une mare du Salève (Juill. 1899).

Scenedesmus bijugatus Syn. Diat. p. 607; *Scenedesmus obtusus* Meyen l. c. *Achnanthes bijuga* Turp. Aperçu, organ. p. 310, t. XIII, f. 4.

Cellules disposées en cénobe 4-ou octocellulaire, oblongues ou oblongues-elliptiques, ou ovales ou suborbiculaires, dépourvues d'arêtes ou de piquants; membrane ferme à double contour assez nettement visible. Cénobe en série linéaire ou à cellules alternantes ou disposées en thalle subrayonnant ou continu et discoïde.

Multiplication : par autocolonies sortant de la membrane rompue, mais persistante, des cellules mères.

α. *seriatus* (typ.)

Cellules en série linéaire régulière.

β. *alternans* (*S. alternans* Reinsch, Algenfl. Frank. 81, tab. VI, f. 3.)
Cellules au nombre de 8, disposées en 2 séries alternantes de 4.
× *apiculatus* West, cellules ayant un épaississement en bouton à leur extrémité libre (Journ. Micr. Soc. 1894.)

γ. *radiatus* (*S. radiatus* Reinsch, l. c. f. 6.)
Cellules (4) souvent groupées en rayons. Sans doute *Dimorphococci* spec. vid. sub. Dimorphococco.

δ. *disciformis.*
Cellules en petit thalle, 4-ou octocellulaire, polyédriques par compression.

Marécages, étangs, bords des lacs, (commun). Bords du lac de Constance (Kirch.) : Laxer-see (Brügger) ; Katzensee (Brügg. et Cramer) ; Sargans (Zeller) : Berne, lac de Morat, Appenzell, lac de Zurich. St-Gothard, mont Bigorrio (ex. de Wildem.) (Perty) : Genève, Lac de Joux, etc. (Chod.)

Scenedesmus quadricauda (Turp.) Bréb. Alg. Falaise p. 66. *Achnanthes quadricauda* Turp.

Cellules en cénobe 2—8 cellulaire, oblongues, arrondies, obtuses aux deux extrémités, ou, lorsqu'elles sont aristées, plus ou moins brusquement mucronées ; les extérieures munies de 2 soies polaires arquées vers l'extérieur, les intérieures ordinairement inermes, plus rarement également aristées, parfois les extérieures portant à l'équateur une arête surnuméraire.

Fig. 133.

Dimensions : 8—38 = 3—15 μ.

Multiplication : par autocolonies mises en liberté par la rupture de la membrane de la cellule mère. La division est d'abord transversale, puis le plan de segmentation devient rapidement oblique avant la seconde bipartition. Les nouvelles colonies sont en général aristées lors de leur émission. Mais souvent ces dernières naissent inermes ; elles ressemblent alors au *Sc. obliquus.*

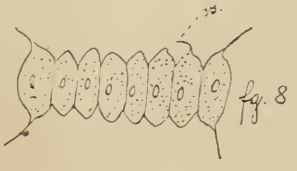


Fig. 134.

Chaque cellule peut également produire des spores arrondies au nombre de 4 (Beyerinck, Chodat) ou des états variables *Dactylococcoïdes.*

Formes

α. *typicus*
cellules en cénobe 2—4—8 cellulaire dont les cellules marginales sont aristées aux pôles (fig. 133 et 134).

Fig. 135.

Fig. 136. *Scenedesmus quadricauda*, forme anormale.

Fig. 137. Spores dans une cellule marginale.

β *setosus* Kirch.
outre les cellules marginales, les cellules médianes aussi plus ou moins aristées (fig. 135).

γ *horridus* Kirchn.
toutes les cellules portant une arête à chaque extrémité.

δ *abundans* Kirchn.
cellules marginales portant outre les arêtes apicales des soies équatoriales.

ε *Nægelii* (Brib.) Rabh.
Sc. Nægelii Breb. (fig. 135).
cellules subpyriformes disposées alternativement.

On pourrait multiplier ces formes, car la variabilité est extrême dans cette espèce.

J'ai décrit également des états gélifiés qu'on obtient dans les cultures un peu vieilles et concentrées du *S. quadricauda*. Ce n'est pas la membrane de la cellule mère qui se gélifie, c'est la vésicule au moyen de laquelle les produits de la division sont mis en liberté ainsi que la gelée qui constitue les plans de segmentation primitifs.

Etangs et mares, extrêmement commune.

Scenedesmus Hystrix Lagh. Pédiastr. Protococc. och Palmellaceer pg. 62, t. II, fig. 18.

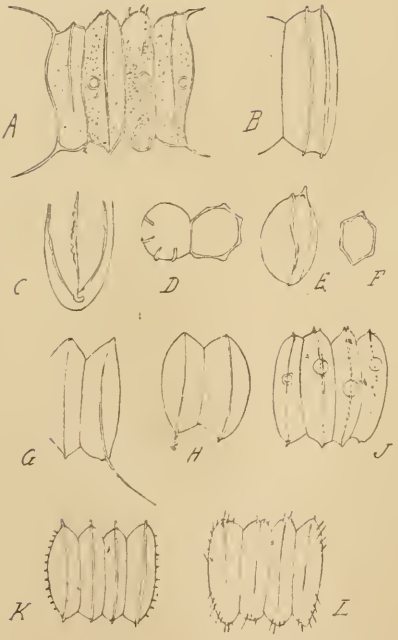


Fig 138. *Scenedesmus Hystrix*. A, cénobe pauciarisé; B, cellule marginale munie de ses côtes; C, id, vue de profil, 3 côtes se réunissant vers la pointe basilaire; D, deux cellules vues d'en haut, dans la première à gauche (marginale) on voit les côtes qui se continuent vers le pôle; E, autre cellule avec ses côtes; F, cellule moins polygonale; G, H, 2 cellules d'un cénobe montrant les côtes latérales; J, côtes latérales subéchinulées, terminées par deux petites dents; K, L, formes, échinulées.

Cellules en cénobe 4-cellulaire; à membrane munie au moins d'une côte médiane, à section transversale (6) polygonale, souvent munies de

plusieurs côtes qui, en faisant saillie au sommet de chaque cellule, la rendent échinulée. Membrane parfois tout hérissée de petites épines courtes.

Les cellules marginales sont parfois prolongées en d'assez longues arêtes, à la façon du *Scenedesmus quadricauda*.

Dimensions : 8—20 = 5—15 μ.

Cette espèce si variable peut toujours être différenciée par ses côtes et ses épines plus ou moins nombreuses.

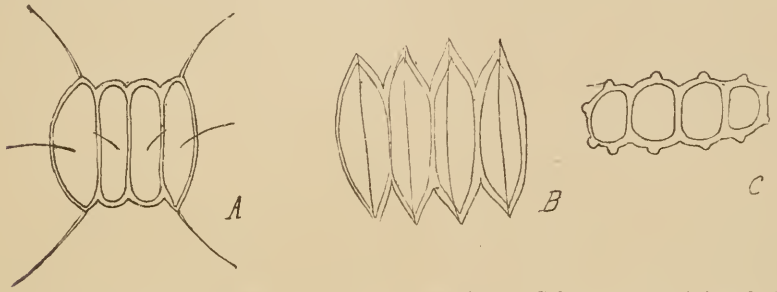


Fig. 139. A, *Scened. quadricauda* ; B, *Sc. acutiformis* Schr. (d'après Schrœder).

α *echinulatus* (*S. hystrix* Lagh.) (Fig. K-L).
toute la surface de la membrane couverte de petits piquants.

β *acutiformis* (*S. acutiformis* Schrœd.)
cellules fusiformes avec une côte longitudinale sans piquants. (Lac du St-Bernard, Chod.) (fig. 139. B, C).

γ *brasiliensis* (*S. brasiliensis* Bohlin)
une cellule à deux côtes latérales et deux dorsales sur les cellules marginales ; aiguillons polaires 2 ou 3.

δ *armatus* (Chod.)
comme la forme précédente, mais les cellules marginales munies d'une arête à la façon du *S. quadricauda* (fig. 140).

Marécages tourbeux de la plaine et des montagnes, Lossy près de Genève, Champex (α, β, γ, δ), Trélasse ; bord du lac à Versoix (Genève).

Obs. *S. denticulatus* Lagh. (l. c. 1882, p. 13, 17) ne diffère guère de la variété *brasiliensis* que par l'absence des côtes qui n'ont pas été signalées par l'auteur. Je pense cependant qu'elles n'y font pas défaut et que cette espèce devra se ranger à côté de *S. hystrix* (Lagh.) Chod. em. (lac de Constance (Kirchner).

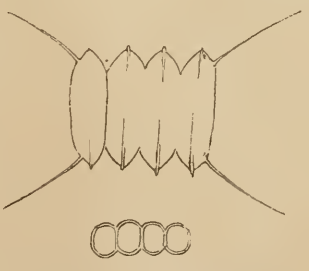


Fig. 140. *Sc. Hystrix* var.

S. aculeolatus Reinsch. Contrib. alg. cap. B. Spei in Lin. Soc. Journal vol. XVI, p. 238, t. VI, f. 1—2.

Cellules 13—16—8 μ lg. obtuses, couvertes d'aiguillons courts disposés sans ordre, est une espèce encore mal caractérisée dont la place est encore incertaine.

Scenedesmus costatus Schmidle. Alpine Algen. Tab. XIV, f. 5 ; *Sc. denticulatus* Schrœder p. p. Algenfl. der Hochgebirgsregion des Riesengebirges p 46.

Fig. 141. *Scenedesmus costatus*. A, H, divers aspects de couleurs plus ou moins sorastroïdes. (Lossy).

Cellules rhombiques ou diversement polygonales ou subfusiformes munies en apparence à leur sommet d'un épaississement en forme de bouton, pourvues de côtes ordinairement saillantes (6 rarement plus nombreuses) épaisses ; membrane épaisse à double contour très distinct.

Cellules rarement groupées en séries linéaires à éléments alternants, ordinairement en thalle polygonal, ou en colonies sorastroïdes de 8 à 16 cellules.

Multiplication : par autocolonies qui restent longtemps adhérentes à la colonie mère et forment ainsi des amas compliqués (fig. 141, E).

Chromatophore souvent très découpé (apparemment plusieurs chromatophores), mais un seul pyrénoïde.

β *coelastroides* (Bohlin l. c p. 519) côtes plus nombreuses et cellules groupées en paquets arrondis.

Etangs tourbeux des montagnes et de la plaine.

Alpes (Schmidle) Lossy, Genève (Chodat)

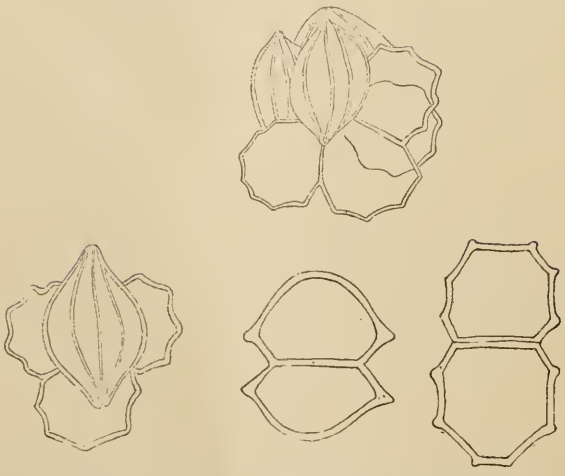


Fig. 142. *Scenedesmus costatus* β *cœlastroides* Bohlin vues de face et sections variables des cellules.

Dimorphococcus A. Br. 1849.

Alg. unicellul. p. 44 ; Bohlin, Exp. Regnell. l. c. 25, tab. I, f. 38, 39.

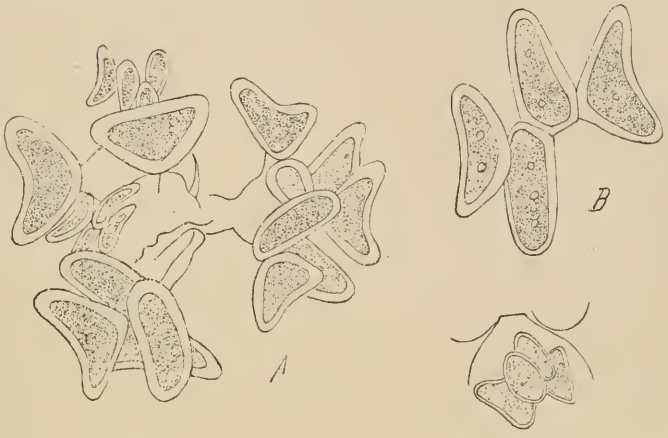


Fig. 143. *Dimorphococcus lunatus* A. Br. A. Cénobe composé, retenu par le squelette; petits cénobes de IIIme ordre; B, cénobe isolé; C, mise en liberté d'un cénobe. (Bohlin, Paraguay).

Cellules réunies en cénobes 4-cellulaires, groupés eux-mêmes en capitules composés, subglobuleux ; cellules externes de chaque tétrade largement réniformes sublunaires ; les internes ovales-obtuses, chromatophore à un pyrénoïde.

Multiplication : chaque cellule mère se rompt au sommet pour mettre en liberté un cénobe (autocolonie). Les nouveaux cénobes sont retenus par les lambeaux des cellules mères plus ou moins profondément gélifiés.

D. lunatus A. Br., cellules 10—20 μ., les externes sublunaires. (N'a pas encore été rencontré en Suisse).

D. cordatus Wolle. Fresh-water algæ U. States, Tab. CLX, 30-35.

Cellules cordiformes ou réniformes à concavité dirigée vers l'extérieur, à angles très arrondis, souvent profondément émarginées par une constriction, courtement stipitées en masses botryoïdes, 4-8 μ. long. et larg.

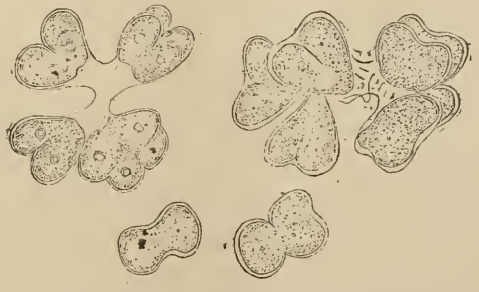


Fig. 144. *Dimorphococcus cordatus Wolle* (Lac de Joux) 1 et 2 colonies retenues par le squelette central; 3 et 4 vue du sommet de chaque cellule.

Le développement du *D. lunatus* a été bien étudié par Bohlin Je n'ai pas eu l'occasion de vérifier sur le *D. cordatus* les indications de

cet auteur. Je pense d'ailleurs qu'elles se rapportent également à cette seconde espèce.

Bords marécageux du lac de Joux (Chod.)

Cette disposition en arbuscules est semblable à celle que j'ai décrite pour le *Raphidium* fixé. La forme et la production de cénobes 4-cellulaires rattachent ces plantes aux *Scenedesmus* ainsi que l'a déjà indiqué Bohlin.

Polyedrium Nægeli (1849).

Gatt. einzell. Alg. p. 83 ; Reinsch, Monogr. Polyedr. in Notarisia III, 1888, p. 497 ; De Toni Sylloge, I, 598; Tetraedron Kütz (1845) Phyc. germ. p. 129 (sed ob nomen ineptum non accipiendum).

Cellules solitaires rarement agrégées pour un temps, librement nageantes, tri- ou pluri-anguleuses, polygonales ou polyédriques ; chromatophore unique à un pyrénoïde.

Multiplication par autospores (4—8) mises en liberté par rupture de la membrane et parfois entourées d'une vésicule gélifiée lors de leur expulsion. Ces autospores peuvent parfois rester accolées et simuler une espèce de Sorastrum.

Clef analytique

A. Cellules inermes ou à peine armées

Cellules planes	triangulaires	*P. trigonum.*
		P. tetragonum.
	subquadrangulaires à côtes plus ou moins déprimées ou échancrées	*P. minimum.*
Cellules polyédriques à angles obtus arrondis	tétraédriques ou	*P. tumidulum.*
	hexaédrique	*P. gigas.*
	Id. à membrane stratifiée	*P. pachydermum.*

Cellules aristées

a. arêtes aiguës simples

cellules planes

pentagonales, chaque angle a une arête simple . . . . . *P. caudatum.*

cellules tétraédriques . . . . . *P. regulare.*

b. cornes bifides

α étroites

cell. tétraédriques . . . . . *P. hastatum.*

cell. quadrangulaires . . . . *P. gracile.*

cornes larges festonnées

plus ou moins allongées:

cell. sub-quadrangulaires . . . *P. lobulatum.*
cell. tétraédriques ou informes . . *P. enorme.*

Polyedrium muticum A Br, Alg. unic., p. 94.

Triangulaire à côtés un peu excavés ou presque droits, mutique, à angles aigus ou subaigus. Multiplication par autospores, tandis que la membrane est rompue par le développement de la gelée (4 - 8 —16 autospores), (v. Dangeard, La cellule, 1re série p. 169, sub *P. trigono*), 15—30 μ. diam.

Zurich (Nægeli); Genève Ariana.

Le *P. trilobulatum* Reinsch ne diffère du précédent, dont il a la taille, que par des caractères de si faible importance que je n'en saisis pas bien les différences (v. de Toni Syll, Algar. 599, vol. I). Quant au *P. reticulatum* Reinsch il se sépare du *P muticum* par sa membrane réticulée.

Polyedrium minimum A Br. Alg. unicellul. p. 94; Reinsch l. c. t. IV, f. 2 b. f.

Cellules subquadrangulaires de face, à angles mutiques arrondis, à côtés plus ou moins déprimées ou même émarginées, elliptiques de profil, 6—15 μ. diam. et 3—6 μ. épaiss.

Cette espèce varie beaucoup, soit comme forme, soit comme sculptures; on trouve en effet tous les passages entre le type à angles arrondis et celui en croix avec un petit mucron à chaque angle.

Multiplication: Elle a été étudiée par Lagerheim et je puis ajouter quelques détails à ses observations que je confirme.

Les produits de la division qui s'arrondissent sont mis en liberté par une fente de la membrane et sortent entourés d'une vésicule dans laquelle les spores acquièrent leur forme définitive.

Cette évolution qui est très intéressante n'a pas toujours lieu: très souvent les spores prennent leur accroissement total dans la cellule mère (autospores). Elles peuvent même rester unies après leur sortie.

Mares et étangs: Plan-les-Ouates près de Genève; Prarion 1600 m. p. Chamonix; Salève. (Fig. 94 et 96, p. p.)

Polyedrium caudatum (Corda) Lagh. 1882, Vetensk. Akad. Förh., p. 67; Reinsch l. c. t. 4 f. 9 *a*. *Astericium caudatum* Corda. Alm. de Carlsbad 1839; *Polyed. pentagonum* Reinsch Alg. fl. v. Frank p. 76, tab. III, f. 2; *Tetrapedia pentaedricum* West, Freshwat. Alg. of Madagas. in Transact. Linn. Soc. Scr. 2, vol. V, f. 2.

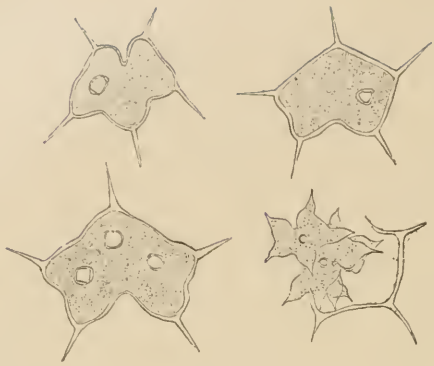


Fig. 145. *Polyedrium caudatum* A, cellule isolée ; B, divisée ; C, à plusieurs pyrénoïdes ; D, expulsant les autospores.

Cellules pentagones, plus ou moins profondément émarginées d'un côté ; angles munis d'un aiguillon étroit et droit assez long, mais ne dépassant pas le tiers ou la moitié du diamètre de la cellule.

Diam. 13—23 μ.

Multiplication : après multiplication des pyrénoïdes et des noyaux le contenu se divise *successivement*. Les autospores au nombre de 4 ou rarement de 8 sont expulsées par une fente du côté de l'incision.

Mares : Parc de l'Ariana, Genève.

Cette espèce est assez peu variable ; l'incision peut manquer totalement ou être remplacée par une simple dépression. Lagerheim en a décrit une forme dont la membrane est ponctuée (Notarisia 1888). Le *Tetrapedia pentaedrica* West (Linn. Soc. Ser. 2 vol. V, f. 2) est identique à cette espèce ; on y voit parfois se former un aiguillon dorsal.

Polyedrium regulare (Kütz) Chod. Phyc. germ. p 129 ; *Polyedrium tetraedricum* Næg. l. c. p. 84, t. IV, B, f. 3 ; P. trigonum Nægeli, p. p. ; *P. armatum*. De Toni.

Cellules tétraédriques ou subtétraédriques présentant ordinairement une section triangulaire plus rarement subquadrangulaire ou quadrangulaire, à faces planes ou un peu convexes ou légèrement concaves : membrane mince ou plus épaisse ; contenu de la cellule à angles arrondis ; 4 épines raides ou à peine falciformes, insensiblement, mais faiblement épaissies vers la base, très aiguës, courtes ou atteignant plus de la moitié du diamètre de la cellule. Un gros pyrénoïde.

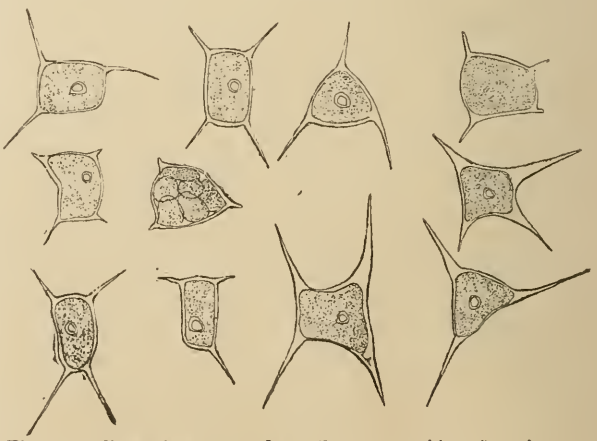


Fig. 146. *Polyedrium regulare*. Formes variées ; 6, naissance des spores.

Espèce assez variable.

Multiplication par spores et autospores (fig. 146).

Zurich (Nægeli l. c.) : St-Gothard (Perty) ; Genève, Ariana, Salève (Chodat) ; Statzersee (Brügg. sub *P. trigono forma majus* Bg.)

Polyedrium hastatum Reinsch. Algenfl. v. Frank. p. 77, tab. V, fig. 3.

Cellules tétraédriques, triangulaires en section optique, tantôt protoplasma vert prolongé dans les cornes (fig. 96 p. 172), tantôt arrondi aux angles; piquants épais cylindriques ou minces, courtement ou profondément fourchus au sommet ou jusqu'à la base et chaque branche également bilobée au sommet.

Diam. sans les cornes 20 μ, avec les cornes 30 μ.

β *cruciatum*

cellules quadrilobées cruciformes, pourvues de courtes cornes au sommet des quatre bras, doublement ou simplement bifides.

Mares et fossés: Ariana, Genève.

Polyedrium gracile Reinsch. l. c., tab. VI, fig. 1, b. c.

Subtétrangulaires à côtés plus ou moins déprimés, angles allongés en cornes courtes ou allongées, profondément 2 à 3 fois dichotomiques; les lobes ultimes minces et relativement courts.

Lac de Champex, Valais.

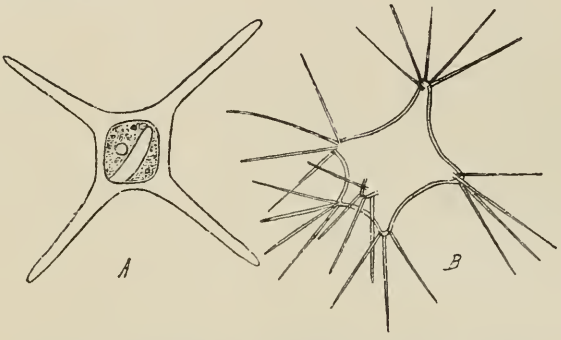


Fig. 147. *Polyedrium (hastatum,* Schmidle) *quadricornu* nob. A.; B, *P. spinulosum* Schmidle.

Polyedrium lobulatum Nægeli. Gatt. l. t. 6, B. f. 4. *P. tetragonum* Næg. p. p.; *P. irregulare* R.; *P. decussatum* R.

Cellules quadrangulaires ou tétraédriques, à faces déprimées, à angles brièvement bilobés, à lobes égaux, tronqués et brièvement bicuspidés.

Diam. 31—34 μ.

Zurich (Nægeli). Einzell. Alg. l. c.; lac Champex.

P. enorme (Ralfs) de Bary, Conjug. p. 71, t. 6.

Cellules irrégulièrement tétraédriques ou irrégulières, renflées, à angles prolongés, incolores, ordinairement profondément bilobés, souvent à lobes de nouveau incisés, mucronés. Diam. 25—45 μ.

Helvetia (De Toni).

A rechercher en Suisse: *P. tumidulum* Reinsch., *P. gigas* Wittr.; *P. spinulosum* Schmidle; mal connues: *P. octaedricum* R., *P. dodecaedricum* R., *P. pachydermum* R.

Lemmermannia Chodat (1899).

Tetrapedia Schrœder. Plankt. Mittheil. in Biolog. Centralblatt, XVII, 513, non Reinsch.

Cellules triangulaires réunies en cénobe persistant, plan, 4-cellulaire, quadrangulaire, à côtés un peu excavés, à angles légèrement tronqués; chromatophore pariétal sans pyrénoïde.

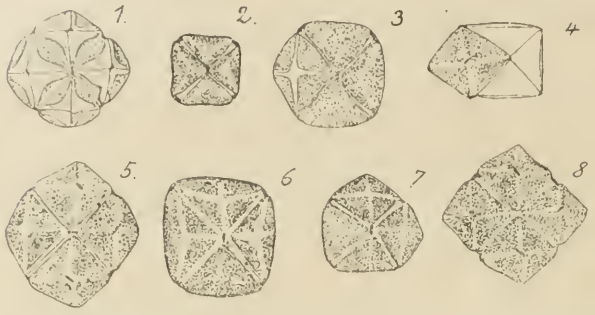


Fig. 148 *a*. *Lemmermannia emarginata* Chodat. — 1. Cénobe quadricellulaire, dont le contenu des cellules filles vient de se diviser en quatre; 2. Cénobe isolé; 3. Cénobe dont l'une des cellules se prépare à donner naissance à un nouveau cénobe; 4. Cénobe dont trois cellules ont déjà expulsé leur contenu, tandis que la quatrième vient de produire un cénobe fils; 5. Cénobe à cellules cénobipares; 6. Débuts du phénomène de multiplication; une des cellules, l'inférieure, n'est pas encore divisée, les autres n'ont pas encore été renflées par le développement des cénobes fils; 7. Stade intermédiaire montrant dans la cellule inférieure la première cloison longitudinale; 8. Cénobe mère au moment de la maturation des cénobes fils.

Multiplication: par autocolonies; chaque cellule s'accroît du côté externe qui soulève la membrane; de triangulaires, elles deviennent quadrangulaires, puis se subdivisent par deux bipartitions successives cruciales. Les nouveaux cénobes ainsi constitués peuvent, pendant un temps, rester unis par les membranes des cellules mères; parfois la division des cellules du cénobe primitif ne se fait pas en même temps, ce qui lui donne une apparence bizarre. Les cénobes filles sont expulsés par une fente large de la membrane de la cellule mère; ces dernières restent unies et se vident complètement.

Cette évolution est unique parmi les Protococcoïdées; en effet, ici la division succède à une déformation de la cellule mère qui s'accroît.

Lemmermannia emarginata (Schrœder Ber. d. deutsch. botan. Gesellschaft 1897. Bd. XV, Tab. XXV, fig. 6). Chodat, Bull. de l'Herbier Boissier 1900.

Caractères généraux du genre; chromatophore divisé en quatre lambeaux pariétaux séparés par une croix de plasma hyalin, d'un vert pâle ou légèrement glauque ou jaunâtre. Au sommet des angles du cénobe se remarquent des perles d'épaississement un peu allongées; il en est de même au centre du cénobe où cette bande brillante courte est toujours parallèle à l'une des faces. Le cénobe, vu de profil, est lancéolé, un peu étranglé au milieu.

Etang tourbeux de la Gruyère, Jura-bernois — abondant.

On a réuni sous cette désignation générique de *Tetrapedia* des plantes bien différentes: Reinsch l'applique au *T. gothica* que les auteurs (p. ex. Kirchn. Biol. Tab. V, f. 150) considèrent comme une Myxophycée et qui n'a aucun rapport avec notre plante; *T. pentaedrica* West (Linn.

Soc. Ser. 2 vol. V. p. 2) est le *Polyedrium caudatum; T. morsa* West (l. c. F. W. Algae of Madagasc.) est sans doute identique à notre espèce, à son état cénobipare; Archer a fait en outre quelques espèces mal définies de ce genre douteux. D'après ce qui a été indiqué à propos de son mode de multiplication et de son chromatophore, il ne saurait subsister de doute quant à l'attribution de cette plante aux Protococcacées.

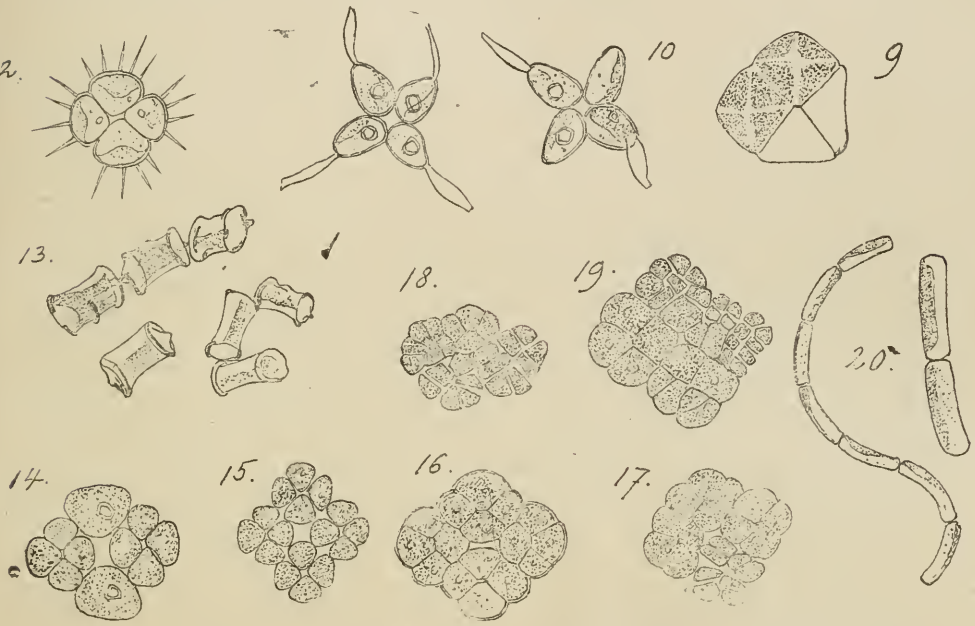


Fig. 148. — 9. *Lemmermannia emarginata* Chod.; 10-11. *Hofmania appendiculata* Chod.; 12. *Tetrastrum staurogeniaeforme* Lemmermann; 13. *Catena viridis* Chodat; 14—19. *Crucigenia triangularis* Chod ; 20. *Gloeotila spiralis* Chod.

Euastropsis Lagh. 1894.

Studien über arktische Kryptogamen I. Tromsö, 1894, 20, Tab. I, 8-27.

Cénobe bicellulaire persistant; cellules trapézoïdes émarginées largement vers l'extérieur; chromatophore en plaque, à un pyrénoïde.

Multiplication: par divisions successives comme chez *Pediastrum*, naissent 2-32 protoplastes qui sont mis en liberté par gonflement de la vésicule spéciale cellulosique; cette dernière sort par une fente de la membrane et contient les protoplastes arrondis comme chez *Pediastrum*. Les zoospores sont mobiles pendant un instant, puis se groupent deux par deux pour produire 1-16 cénobes bicellulaires.

Euastropsis Richteri (Schmidle) Lagh.

Euastrum Richteri Schmidle, Chlorophyc. Torfst. zu Virnheim p. 60, tab. VII, f. 25. — Tab. nostr. 97, pg. 174.

Caractères du genre; dimensions 10-40 μ, 6-25 μ.
Cellules 5-20 μ, 6-25.
Mare du Plan-les-Ouates, près Genève.

Pediastrum Meyen 1829.

Beobachtungen über Algenformen p. 772; Raciborski, Monogr. *Pediastr.* Mém. ac. imp. des Sciences de Cracovie.

Cénobe plan persistant, disciforme ou en étoile, librement nageant, à cellules disposées en une couche unique rarement double au centre, continu, parenchymateux ou plus ou moins perforé, grillagé; cellules 2-64 rarement plus (De Toni). Chromatophore en plaque plus ou moins découpée ou perforée, à 1 pyrénoïde; noyaux, plusieurs dès le début.

Multiplication: 1° par segmentation successive du contenu de la cellule polyergide; les produits de la division sont mis en liberté par gélification subite d'une vésicule entourante qui s'échappe par une fente découpée sur la face des cellules. Les zoospores biciliées se meuvent dans l'intérieur de cette vésicule, puis s'arrêtent et s'ordonnent en un cénobe plan dont les cellules marginales sont souvent autrement constituées que celles du centre. Tout ceci se passe comme chez *Euastropsis* et certaines Protococcacées (*Polyedrium minimum* etc.), à l'intérieur de la vésicule;

2° par production d'autocolonies sans émission de vésicule et sans stade mobile (v. *P. tetras*);

3° par microgonidies c'est-à-dire microgamètes, plus nombreux que les zoospores et copulant deux par deux. Zygote: un polyèdre décrit par Askenasy (v. fig. 42, pg. 67).

La multiplication n'est connue que de *P. Boryanum* et de *P. tetras*.

Obs. On a multiplié à plaisir les espèces dans ce genre; chaque forme observée a reçu un nom, aussi la nomenclature y est-elle fort embrouillée. J'ai eu l'occasion de suivre dans leur évolution la plupart des espèces et j'espère en avoir donné un système rationnel.

On ne saurait dans un genre aussi pléomorphe, attribuer aucune importance spécifique à des caractères aussi variables que le nombre des cellules, la forme et la disposition des cellules centrales, la longueur des cornes, le plus ou moins grand développement des perforations du cénobe, la présence ou l'absence de perles plus ou moins saillantes, caractères qui varient infiniment dans les cultures. Les *Pediastrum* sont des espèces très maniables et que l'expérimentateur peut faire varier à son gré (v. Chodat et Huber, Recherches expérimentales sur le *Pediastrum Boryanum*).

Pediastrum simplex Meyen.

Nova Acta Leopold. Carol. vol. XIV, 2 p. 772, t. 43, f. 1-5; De Wildeman, quelques mots sur le *Pediastrum simplex.* Bulletin de l'Herbier Boissier I, 412, Pl. IX.

Cénobe à 4-8-32 cellules, tantôt toutes, (8) disposées en un cercle circonscrivant un méat polygonal ou circulaire, tantôt continues et exactement parenchymateuses ; alors les cellules du disque sont plus petites, penta- ou hexagonales ; tantôt celles du disque, séparées par des lacunes plus ou moins nombreuses, provenant de la croissance inégale des cellules, hexagonales à 3 bras, tronquées et à faces concaves ou triangulaires par diminution des faces de contact. Cellules de la périphérie, trapézoïdes ou en losanges, ou en entonnoir à base à 3 faces ou à 2 faces (dans la forme compacte 4-cellulaire) prolongées en leur milieu externe en une corne étroite ou plus épaisse, aiguë ou tronquée au sommet, hyaline, reposant sur la cellule par une base évasée.

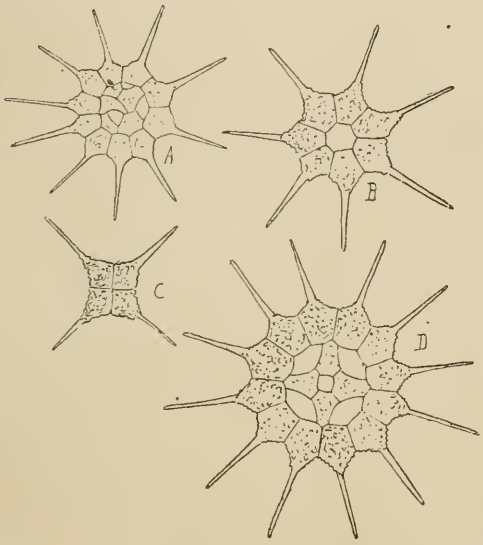


Fig. 149. *Pediastrum simplex,* A et D, γ *clathratum ;* B, *annulatum ;* C, *compactum.* (D'après De Wildeman).

Dimensions: Cénobe (7 μ)-30-100 μ.

Multiplication inconnue.

Formes:

α *compactum.*

Cellules sans méats séparateurs, tantôt (3) 4 cellules conniventes, tantôt cellules périphériques et cellules centrales (*var. Sturmii* pp. *P. Sturmii* Reinsch l. c. pp.)

β *annulatum.*

Cellules disposées en anneau continu circonscrivant une lacune centrale (4-8 cellules.)

P. Sturmii Reinsch. pp.

clathratum.

Cénobe grillagé; cellules centrales plus ou moins nombreuses subtriangulaires ou 6-angulaires, formant parfois deux cercles ou 3 cercles concentriques : *P. duodenarium* (Bailey.)

P. clathratum (Schrœder) Lemm.

Syn: *P. duodenarium* (Bail.) Rabh. Fl. europ. Algar, III, p. 71. 1864; *P. Sturmii* Reinsch, Algfl. v. Fr. p. 90, tab. 7, fig. 1, 1867; *P. enoplon* West. Linn. Soc. II ser. vol. V.; *P. clathratum* (Schrœd.) Lemmermann, Müggelsee, 1897 in Zeitschrift für Fischerei, n° 5 et 6 cum fig. et *var. punctatum* Lemm., *var. asperum* Lem., *v. duodenar.* (Bailey), *v. Cordanum* Hansg.; *P. Napoleonis* Ralfs (*forma monstrosa passim biaculeata*) Brit. Desm. 184. — *Var. echinulatum* Wittr., in W. et Nordstedt. Alg. aq. dulc. exsicc., n° 235 Bot. Not. 1883, p. 183; *var. granulatum* Lemm. B. C. B. 1898; *var. radians* Lemm. (Mey. l. c. tab. 40, f. 1) Müggelsee.

Obs. Comme chez le *P. Boryanum* la membrane se couvre avec l'âge ou d'autres circonstances de granulations, de perles distribuées d'une manière très variée et devient parfois échinulée. Ce caractère n'est d'aucune importance *systématique.*

Pediastrum tetras (Ehrb.) Ralfs. Ann. and Mag. of natural history XIV, p. 469, t. XII, f. 4; *Micrasterias Tetras* Ehrb. Infus., Tab. XI, f. 1; *Ped. biradiatum* Ralfs, Brit. Desm. p. 183, t. 31, f. 3 a-b.; *P. Ehrenbergii* Corda, Alman. de Carlsbad, 1839, p. 138, t. II, f. 8; *P. Rotula* Næg. einzell. Alg. Tab. v. p.p.

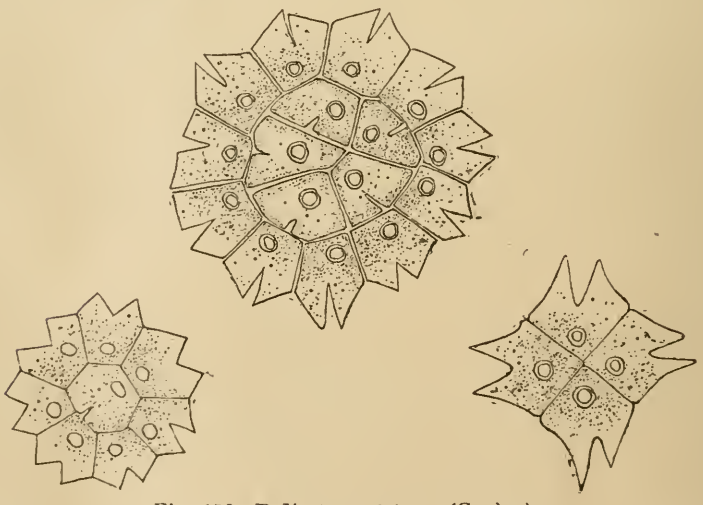


Fig. 150. *Pediastrum tetras. (Genève).*

Cénobe (bi)-4-16- cellulaire ordinairement continu (très rarement grillagé); cellules de la périphérie (quand elles sont par 4) à contour général 4-angulaire, (par 8 ou 16) à contour 5-gonal profondément inci-

sées; angle d'incision très aigu (très rarement de 80°); lobes des cellules externes à côtés ordinairement droits ou extérieurement défléchis, aigus, quelquefois un peu prolongés en bec. Disposition (variable): 7 cellules marginales et une centrale; 12 cellules marginales et 4 centrales, ces dernières 5-gones toujours également assez profondément munies d'une échancrure; pyrénoïde très distinct.

Dimensions de chaque cellule 7-30 μ.

Parfois unicellulaire (?) (ne pas confondre cet état avec le *Polyedrium caudatum*.)

Multiplication:

Je n'ai observé jusqu'à présent que la multiplication par autocolonies, mises en liberté par rupture de la membrane de la cellule mère.

Pediastrum duplex Meyen 1829. Beob. üb. Algenf. p. 72, t. 43, f. 6-10. *P. pertusum* Kütz. Phyc. germ. p. 143 p.p.; *P. Selenea* Kütz. l. c.; Nægeli Einzell. Alg. Tab. V, fig. 2; *P. quadrangulum* Corda l. c. III, tab. III, f. 15; *P. biodon* Corda, *P. irregulare* Corda l. c.; C. Schrœter, Neujahrsblatt, Zurich, 1897, Tab. fig.

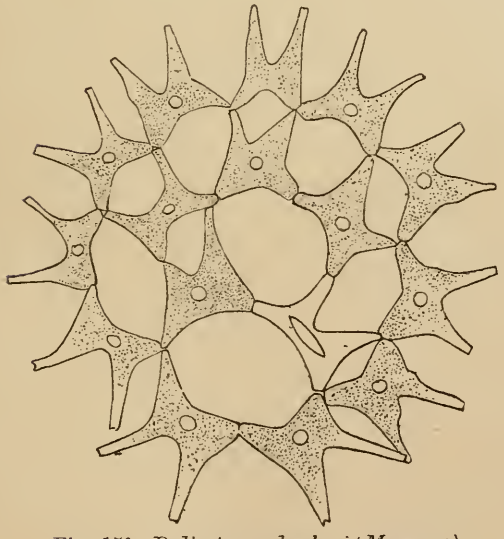


Fig. 151. *Pediastrum duplex.* (*Muzzano*).

Cénobe à 8-32 cellules, rarement continu, ordinairement perforé à jour; cellules de la périphérie peu adhérentes à la base, libres sur les côtés; face basilaire rarement droite, ordinairement concave. Cellules bilobées, vertes presque jusqu'au sommet, à lobes courts, subobtus ou tronqués, souvent prolongés en cheminées étroites, tronquées au sommet et formant alors avec la base plus courtement lobée un X à branches inégales; cellules du centre, entières ou plus ou moins en forme d' $\times$ à bras épais ou étroits, circonscrivant des méats polygonaux plus ou moins considérables, parfois deux anneaux de cellules en $\times$ circonscrivant une lacune centrale. Du milieu d'une fossette apicale située à l'extrémité des bras libres, partent des soies disposées en faisceau et souvent assez longues.

Multiplication: inconnue.

Cette espèce est encore plus variable que le *P. simplex;* la membrane y est lisse, finement granuleuse ou sculptée en réseau.

Formes :

α *genuinum* (A. Br.)
Cellules du pourtour, courtement biappendiculées ; cénobe peu grillagé (fig. 152 *b*, à droite).
P. Selenea Næg. l. c. fig. 2.

β *clathratum* (A. Br.)
Cénobe plus fortement grillagé; cellules centrales en forme d'× courbé.

γ *reticulatum* (A. Br.)
Toutes les cellules du cénobe semblables, en forme d'H ou d'X.

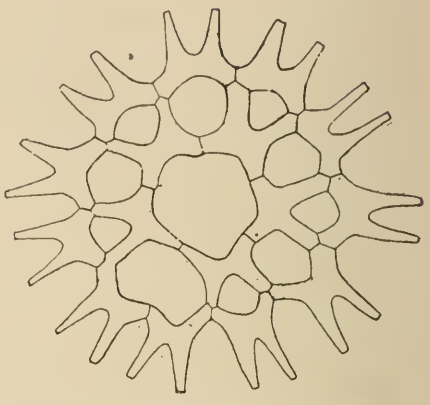


Fig. 152 *b*, (Muzzano).

On a fait d'autres variétés, mais qui ne sont, comme les précédentes, que des états différents de développement (*v. coronatum* Racib., *v. asperum* A. Br., *v. rugulosum* Racib., *v. pulchrum* Lemm. B. C. B. 1898.)

Gümligermoos, Ostermundingen, (Perty) ; Katzensee (Cramer et Brügg. n° 136); Lago di Muzzano p. Lugano, (Schrœter, Chodat.)

Obs. Toutes les formes décrites sont présentes en grande abondance dans le lac de Muzzano, où l'on peut trouver tous les passages d'une forme à l'autre. Elles ne méritent donc nullement d'être élevées au rang de variétés ou d'espèces.

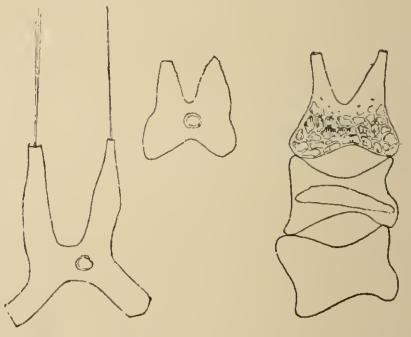


Fig. 152. *Pediastrum duplex,* A. Cellule du pourtour de la var. γ *reticulatum ;* B, α, *genuinum,* C, id. on voit sur la cellule marginale la sculpture en réseau.

Pediastrum Boryanum (Turp.) Menegh. 1840. Syn. in Linn. l. c. p. 210. *P. angulosum* Menegh. 1840; *P. vagum* Kütz Phyc. germ. p. 143, 1845; *P. integrum* Nægeli l. c. 1849; *P. asperum* A. Br., 1865; *P. forcipatum* A. Br. l. c. 1865; *P. compactum* Benn. Journ. Microsc. Soc. 1886.

Cénobe 4-8-16-32-64-128-cellulaire, ordinairement parenchymateux, continu, rarement à cénobe double au milieu; cellules de la périphérie plus ou moins profondément émarginées ou bilobées ou sub-entières, à lobes terminés par une corne incolore hyaline, relativement courte ou plus allongée, rétuse, ou épaissies au sommet en bouton nacré. Cellules

centrales polygonales, parenchymateuses, très rarement grillagées, ne présentant jamais d'incision. Membrane lisse, plus souvent ponctuée ou chagrinée ou hérissée de villosités jusqu'au sommet des cornes.

Fig. 153. *Pediastrum Boryanum*. Cénobe vidé; on voit les fentes par lesquelles sont sortis les autocénobes; une cellule donne encore naissance à un cénobe célastroïde. (D'après Chodat et Huber).

Espèce extraordinairement variable. Les différentes formes peuvent être obtenues dans les cultures.

Multiplication: par zoospores qui germent dans une vésicule et par gamètes.

Zygote: polyèdre de forme variable, muni de petites cornes comme les cellules périphériques du cénobe. Germination décrite par Askenasy (v. p. 67).

α *genuinum:*

P. Boryanum auct.

Cellules extérieures un peu émarginées et munies de deux cornes un peu divergentes.

αα. *vagum (P. vagum* A. Br.*)*

Thalle continu; cellules périphériques transversalement oblongues, constamment bilobées à membrane granulée.

αβ. *asperum (P. asperum* A. Br.*)*

Thalle un peu perforé; cellules à membrane rude et échinulée.

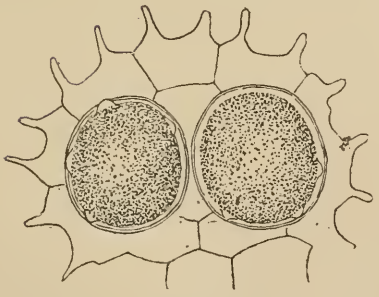


Fig. 154. Deux hypnocystes au milieu d'un cénobe vidé. (D'après Chodat et Huber).

β *forcipatum (P. forcipatum)*

lobes des cellules périphériques incurvées en pince, à membrane denticulée.

γ *muticum (P. muticum* Wille)

cellules périphériques, à lobes courts, dépourvus de cornes; thalle très continu.

δ *integrum (P. integrum* Nægeli*)*

Thalle irrégulier, à une ou rarement deux couches au milieu; cellules du bord non ou peu différenciées, inermes ou brièvement bi-appendiculées.

Le *P. Boryanum* est excessivement répandu en Suisse; je l'ai rencontré presque partout dans les marécages des bords des lacs. La forme *integrum* est accidentelle; les autres s'obtiennent par la culture d'une

seule et même espèce. J'ai décrit plusieurs stades obtenus expérimentalement, en particulier les stades célastroïdes.

Zurich (Nægeli): Grand St-Bernard, Simplon, Trélasse (de Wildeman); Genève, Ecole de médecine; Bord du lac, Bienne, etc., etc. (Chod.), Lac de Constance, rivage, (Kirchner); Berne, Soleure, Grimsel, Todtensee, lac de Zurich, St-Gothard, Lugano (Perty); Statzersee (Brügg.) *f. integrum*: Zurich (Nægeli); Lossy (Chod.); lac de Constance (Kirchn.); Vallée du Hasli, (Schmidle) *f. vagum*, Katzensee (Cramer et Brügger l. c.)

P. biradiatum Meyen 1828 l. c. p. 773, t. 43, f. 21-22. *Micrasterias Rotula* Ehrb. Infus. t. XI, f. 7., b-c; *P. Rotula* A. Braun. l. c. non *P. Rotula* Nægeli l. c.

Cénobe 8-32 cellules; cellules marginales profondément émarginées, à lobes bilobulés, obtus ou subaigus. Cellules centrales polygonales incisées, continues ou grillagées.

Cette espèce se rapproche de *P. duplex* dont elle diffère principalement par les lobes incisés. Je lui rattache le *P. Braunii* Wartm., (Schw. Crypt. n° 32.)

C'est une des formes les moins connues du genre.

Berne, lac de Zurich, Grimsel, Rosenlaui, Lugano, (Perty); v. Braunii (St-Moritz, Engadine) (Wartm. l. c.).

Pediastrum tricornutum Borge, Chlorophyc. fr. Norska Finmarker, p. 4, fig. 3.

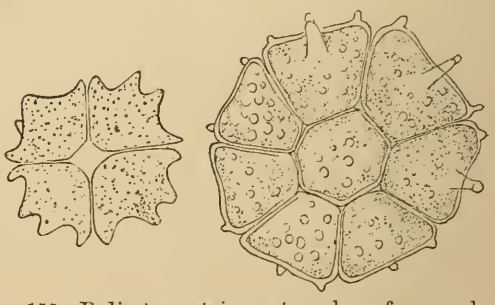


Fig. 155. *Pediastrum tricornutum* deux formes, du St-Bernard.

Cénobe octo-16-cellulaire; cellules périphériques trapézoïdes, à bord externe droit ou un peu sinueux, concrescentes les unes avec les autres sur toute la longueur formant avec celle du centre un disque circulaire ou polygonal; chaque cellule périphérique porte vers chaque extrémité du bord externe une petite corne hyaline courte et sur la face, à quelque distance de la marge externe, un appendice conique, couché qui dépasse à peine le bord et terminé également par un bouton hyalin.

Multiplication inconnue. Lacs et marécages tourbeux des montagnes (Jura et Alpes).

Lac de Champex dans le Sphagnum (Chod.); Trélasse, Grand St-Bernard (Chodat, de Wildeman.)

Cœlastrum Nægeli (1849).

Einzell. Alg. 1849, p. 97.

Cénobe globuleux ou polyédrique, persistant, librement nageant, à cellules disposées en une seule couche, circonscrivant une lacune centrale, rarement conniventes, laissant entre elles des méats plus ou moins considérables; 1-64 cellules. Chromatophore unique à un pyrénoïde.

Multiplication: par autocolonies mises en liberté par rupture de la membrane de la cellule mère qui se fend. Les cénobes jeunes ont déjà les caractères du cénobe mère.

Plus rarement *(C. sphæricum* et *C. microporum)* par désagrégation du cénobe et gélification des enveloppes (fig. 96) ou par bipartition du contenu (fig. 96).

Enfin chaque cellule peut dans certaines conditions expulser des spores isolées (Senn.)

Cœlastrum microporum Næg. in A. Braun. Alg. unicell. p. 70 sub nota 3; *C. sphæricum robustum* Hantzsch (Reinsch.) *C. indicum* Turner; *Pleurococcus regularis* Artari ?

Cénobes globuleux, persistants ou désagrégés; cellules globuleuses ou un peu ovales, subconiques 6-17 μ. diam., dépourvues d'appendice de la membrane.

Multiplication: 1° par désagrégation de la colonie; 2° par bipartition du contenu des cellules; 3° par autocolonies qui sont mises en liberté par une large déchirure; 4° par sporulation.

Plan-les-Ouates p. de Genève; Bords du lac de Genève; Champex; environs de Bâle dans le Sphagnum (Senn.); Bord du lac de Constance (Kirchn.)

Cœlastrum sphæricum Nægeli (1849) Gatt. einzell. Alg. p. 98, t. 5, f. c.; *C. astroideum* de Notar., Elem. p. 80, n. 90, t. IX, f. 93 (cœnobium juvénile.)

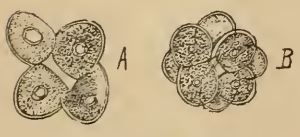


Fig. 156. *Cœlastrum sphæricum.* (*Genève*).

Diffère à peine du précédent dont il représente le type à cellules plus coniques, à section basilaire plus polygonale et laissant entre elles, lorsque le cénobe est âgé ou multicellulaire, des méats polygonaux plus considérables. La dimension des cellules y est la même.

Var. punctatum Lagh. (Notarisia 1888, p. 591), membrane ponctuée. Zurich (Nægeli); Katzensee, Samaden (Cramer et Brügg.); Maré-

cages aux environs de Genève (Chod.); Bord du lac de Constance (Kirchner).

Cœlastrum proboscideum Bohlin. Wittrock, Nordstedt et Lagerheim, Aq. dulc. exsicc. Fasc. 26, n° 1240, *C. microporum* Woolle (sec. Senn.); *C. pseudo-cubicum* Schrœder Plœn. Forsch. Bericht V. 1897; *C. irregulare* Schrœder l. c, Tab. III. 1, 2.

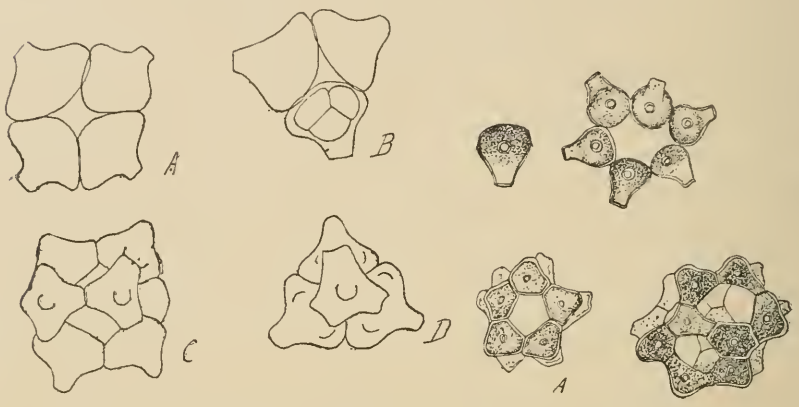


Fig. 157. *Cœlastrum proboscideum.* Formes diverses. (Champex).

Cénobes comme ceux du *C. sphæricum*, mais chaque cellule terminée par une trompe plus marquée; la variabilité est extrême dans cette espèce, dont plusieurs états correspondent à s'y méprendre au *C. sphæricum.*

Cell. 12-20 μ. diam.

Environ de Bâle (Senn); Champex, lac, (Chodat).

var. *pseudocubicum*

Cellules munies de 1-3 verrues accessoires.

(C. pseudo-cubicum Schrœd.)

Cœlastrum cubicum Nægeli (1849) l. c. t. v.

Cénobes ordinairement cubiques, à cellules à section subhexagonale, à membrane relativement épaisse, munie extérieurement de trois appendices, courts, épais et tronqués.

Il n'y a pas, chez cette espèce, de prolongement conique externe comme chez le *C. sphæricum* ou le *C. proboscideum;* mais la forme *pseudocubicum* de Schrœder rend la délimitation difficile.

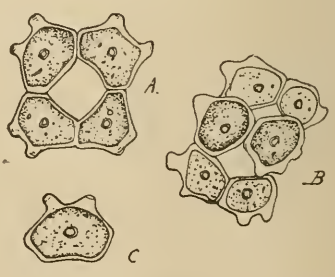


Fig. 158. *Cœlastrum cubicum* Næg.

Diam. des cellules à peu près 15-20 μ.

Zurich (Næg.); Katzensee (Cramer et Brügger). Environs de Genève (Chodat).

Cœlastrum cambricum Archer (1868) Micr. Soc. Journ.; p. 65 *C. pulchrum* Schmidle, Ber. d. deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. X, 1892; *C. verrucosum* Reinsch, Linn. Soc. XVI, Tab. VI, pp !.

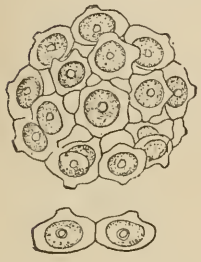


Fig. 159. *Cœlastrum cambricum Arch.* (Muzzano).

Cénobe 16-32-64 cellulaire, sphérique; cellules à section 10-12 gone, terminées par une verrue polaire de la membrane qui est tronquée au sommet. Méats relativement petits. Cellules réunies les unes aux autres par 5 ou 6 courts rayons connecteurs (équatoriaux), parfois cellule prolongée en courte trompe.

var. *quinqueradiatum* Lemaire

rayons au nombre de cinq.

(*C. verrucosum* Reinsch pp.)

Lac de Muzzano, Tessin; Lac de Bret, Vaud (Chod.).

Hariotina Dang.

Mémoire sur les Algues, Le Botaniste 1889; Chodat et Huber, Bull. Soc. bot. de France, Session extraordinaire en Suisse, 1894.

Fig. 160. *Hariotina reticulata* Dang. Famille dont le cénobe central a trois cellules indivises; des autres se sont échappés de nouveaux cénobes. (Genève).

Cénobe 2-4- ou 8-16-cellulaire, parfaitement sphérique; cellules sphériques ou ovoïdes à membrane munie d'un nombre variable de prolongements en forme de bras qui rayonnent du pôle externe vers des prolongements semblables des cellules voisines et forment ainsi, tout autour de la colonie, un réseau en corbeille.

Multiplication: par autocolonies qui sont mises en liberté par rupture de la membrane de la cellule mère (par une fente). Les cénobes

sont souvent groupés autour de la corbeille centrale, formée par les membranes vidées des cellules du cénobe mère.

Ce genre diffère du genre *Cœlastrum* par la disposition de ses prolongements, l'invariabilité de cette architecture et la persistance des anciennes colonies qui retiennent les nouvelles. On connaît des états unicellulaires, bicellulaires, etc.

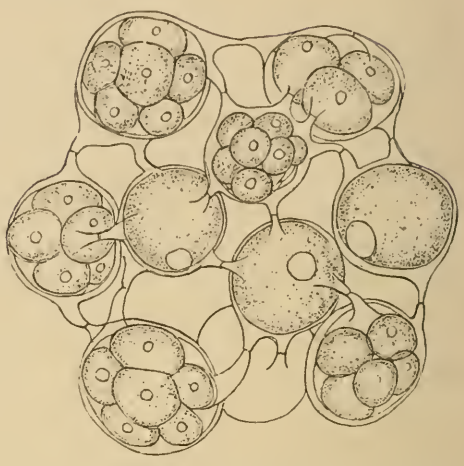


Fig. 161. *Hariotina reticulata* Dang. — Cénobe dont plusieurs cellules ont donné naissance à des autocénobes qui sont prêts à être mis en liberté. (Genève).

Hariotina reticulata Dang. Mémoires sur les Algues II, Le Botaniste, Ire Série, Caen 1889; Chodat et Huber, Bull. Soc. bot. de France, Tome XLI, 1894; *Cœlastrum distans* Turner, Kongl. Svensk. Vetenskap. Akad. Förhandl., 25, V., 1892; *C. subpulchrum* Lagh., La nuov. Notarisia 1893; *C. verrucosum* Reinsch. Contrib. ad Algolog. et Fungolog. 1875, pp. *C. reticulatum* Senn. l. c.
Caractères du genre; 6-24 μ. diam. des cellules.
Bassin de l'Ecole de médecine, Genève (Chodat); Bâle (Senn.)

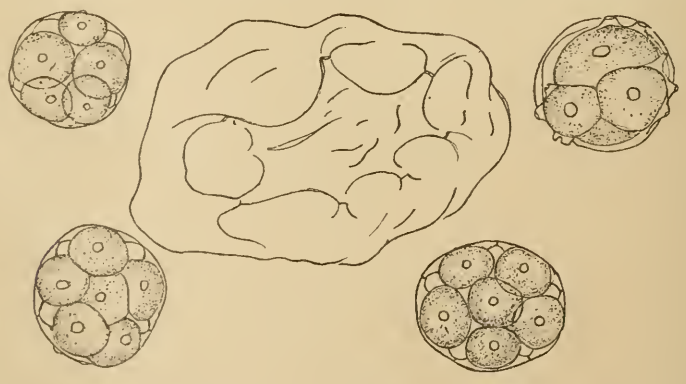


Fig. 162. *Hariotina reticulata* Dang. Corbeille centrale formée par les membranes des cellules mères, d'où les cénobes filles sont sortis par une fente et sont maintenant disposés autour de l'ancien cénobe. (Genève).

Sorastrum Kuetzing (1845).

Phycolog. german. 144; Bohlin, Alg. Regnell'sch. Exped. l. c. 39.

Cénobe globuleux, à centre solide; cellules 4-32 munies d'un stipe court, dont la base réunie à celle des autres stipes, constitue le globule central solide à facettes caractéristiques pour ce genre; ce globule peut n'être pas apparent, soit que le nombre des cellules soit trop petit, soit que la brièveté des stipes empêche de le voir. Les cellules sont globuleuses ou semi-lunaires ou réniformes ou simplement triangulaires; membrane assez épaisse, prolongée en 4 cornes latérales disposées par paires aux angles du bord extérieur. Chromatophore à un pyrénoïde.

Multiplication: par autocolonies; détails inconnus.

Obs. J'ai réuni comme l'avait déjà proposé Schmidle, le genre *Selenosphœrium* Cohn à *Sorastrum*. L'étude nouvelle qu'en a faite M. Bohlin ne laisse aucun doute sur l'opportunité de cette réunion (l. c. Tab. II, 34-41.) L'histoire du développement par De La Rue, Ann. Soc. nat. 1873 est incomplète, ou peut-être faussement interprétée. Selon cet auteur, les cellules s'isoleraient, puis se diviseraient en deux et chacune des cellules filles donnerait naissance à un cénobe nouveau. Cette étude est à reprendre.

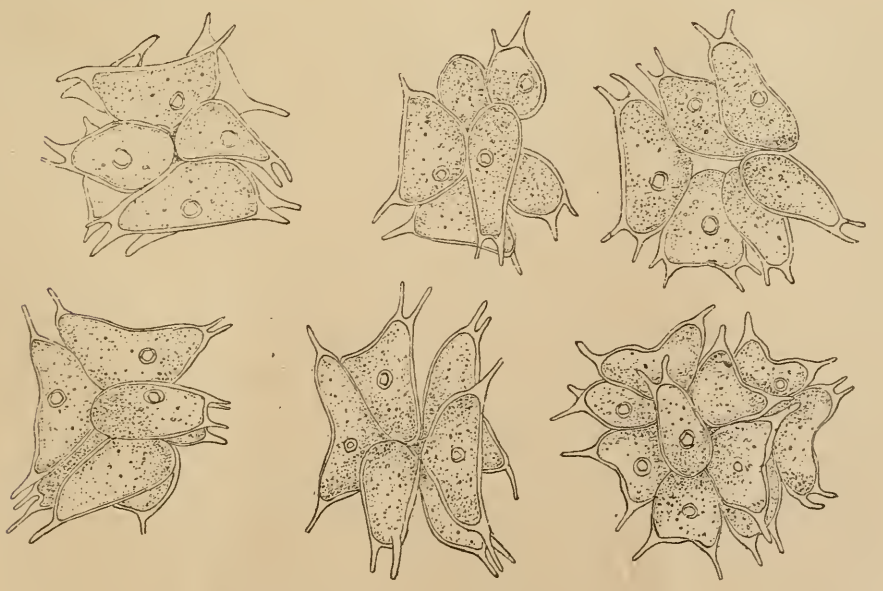


Fig. 163 *Sorastrum spinulosum*. (Plan-les-Ouates).

Sorastrum spinulosum Nægeli. Einzell. Alg. p. 99, t. V, fig. D.; *S. cornutum* Reinsch, contrib. ad Fungol. et Algolog. t. VI, f. 1, *S. crassispinosum* (Hansg.) Bohlin, die Alg. der Regnellschen Exped. l. c., 39, Tab. II, f. 34-37.

Cellules du cénobe fortement agrégées, ne permettant pas d'en reconnaître l'agencement, largement triangulaires, à angles arrondis, légèrement déprimées au sommet, munies d'aiguillons aigus, longues de 12-15 μ, larges de 15-18 μ, épaisses de 8 μ.

β *crassispinosum* Hansg. (Prodr. p. 235).

Cellules plus cordiformes, *relativement* plus larges et à angles plus aigus, armés d'aiguillons plus robustes, parfois à stipes assez allongés (*S. crassispinum* Bohlin.)

ββ. *triangulare* nob.

Cellules plus nettement triangulaires, à aiguillons robustes, mais plus obtus.

α *genuina*, Zurich (Nægeli); ββ, mare du Plan-les-Ouates, Genève (Chodat).

Le *S. Hathoris* (Cohn) mihi cum *S. americano* (Bohlin, sub *Selenosphærio*), ne diffère de la forme β *crassispinosum* Hansg. que par un plus grand développement des stipes et par conséquent du globule central à facettes qui devient très visible. Quant à la morphologie des cellules, elle est semblable à celle du *S. spinulosum*; les aiguillons y sont plus épais.

Diam. des cell. 8-14; Diam. du cénobe 22-25 μ.

On a décrit en outre un *S. echinatum* Kütz (*Sphærastrum echinatum* Menegh.) qu'il est quasi impossible d'identifier. Quant au *S. bidentatum* de Reinsch, il ne me paraît pas différent du *S. spinosum*. Une étude approfondie de ce genre s'impose; il n'est malheureusement pas commun.

Hydrodictyon Roth (1800).

Tent. Fl. German. III, 501; A. Braun, die Verjüng. in der Natur, 1851; Pringsheim, Jahrbüch. f. wiss. Bot. I et II; Klebs, Bot. Zeit. 1891.

Cénobe en réseau utriculaire, perforé, librement nageant, visible à l'œil nu; cellules longues, cylindriques, visibles à l'œil nu, réunies à leur sommet par 3 ou par 4 en un réseau à larges mailles; multiplication par zoospores très nombreuses formées dans la cellule mère et s'y organisant après repos en un nouveau cénobe reticulé, mis en liberté par rupture de la cellule mère; gamètes très nombreux mis en liberté par un pore de la cellule mère, 4-ciliés; zygote globuleuse se divisant après

repos en 2-4 zoospores grosses, biciliées qui, après repos, se transforment en polyèdres qui germeront en produisant, après division répétée du contenu, un réseau typique.

Hydrodictyon reticulatum (L.) Lagerh.

Bidrag till Sverig. Algflora, 71 ; *Conferva reticulata* L. Spec. plant., 1635 ; *Hydrodictyon pentagonum* Vaucher Hist. des Conferves, 88, t. I, tg. 4 ; De Toni, Sylloge, 562.

Cénobe de 5 dm. ou plus grand ou plus petit, 8-10 cm. large ; cellules 3—10 mm. de longueur, 0,1—0,2 mm. larg. ; zoospores 10=8 μ., gamètes 5—8 μ. = 3—6 μ.

Autrefois dans les fossés des environs de Genève (Vaucher, Theobald) ; Zollikon, lac de Zürich (Wartmann in Rabh. Alg. 660).

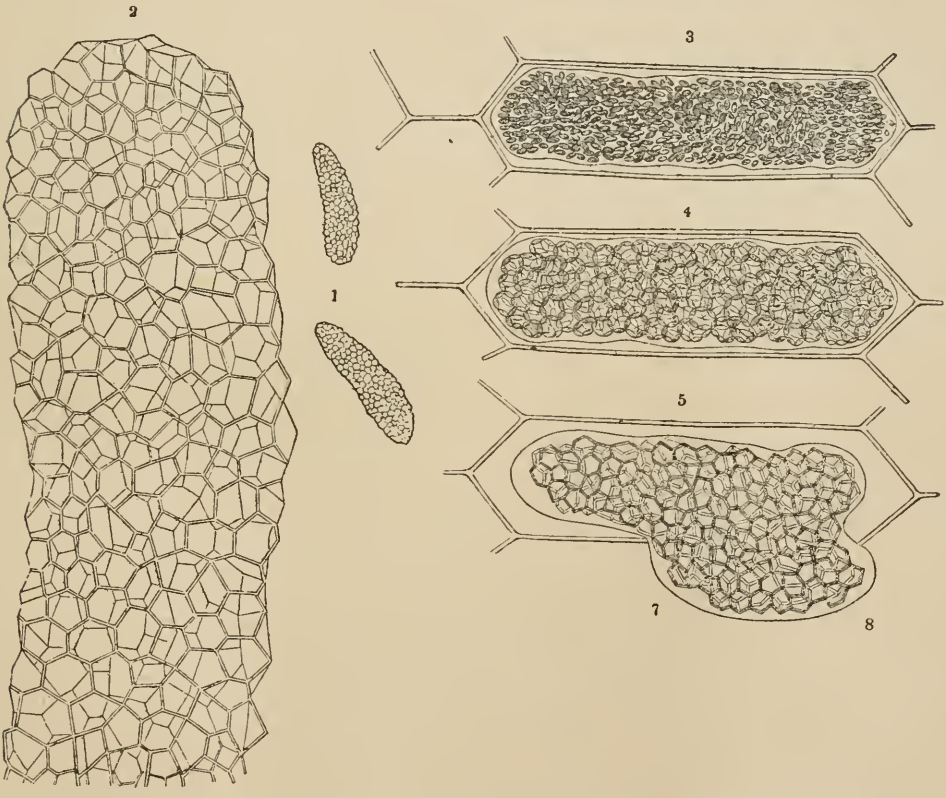


Fig. 164. *Hydrodictyon reticulatum*. Lagh. — 1, jeune réseau ; 2, réseau adulte, diminué de moitié ; 3, zoosporulation dans l'intérieur d'une cellule mère ; 4, arrangement des zoospores en un réseau ; 5, sortie d'un réseau encore entouré de la vésicule comme chez *Pediastrum*. (D'après Kerner).

II. Tribu Characiées.

Les Characiées sont des Protococcacées fixées sur d'autres végétaux aquatiques, à la façon des *Sciadium* ou des plantules de Chlorophycées filamenteuses. C'est à tort que les différents auteurs les ont réunies soit aux Sciadiées (*Ophiocytium* et *Sciadium*), soit aux *Actidesmium* et *Dictyosphaerium*. Elles diffèrent essentiellement des premières par leur pyrénoïde et leur chromatophore unique, par leur membrane non dimidiée et aussi par leurs zoospores biciliées. Elles sont plus voisines des autres, ce qui justifie leur introduction parmi les Protococcacées, mais la production d'abondantes zoospores, l'absence de spores ou d'autospores, si communes dans la première tribu, les distinguent suffisamment.

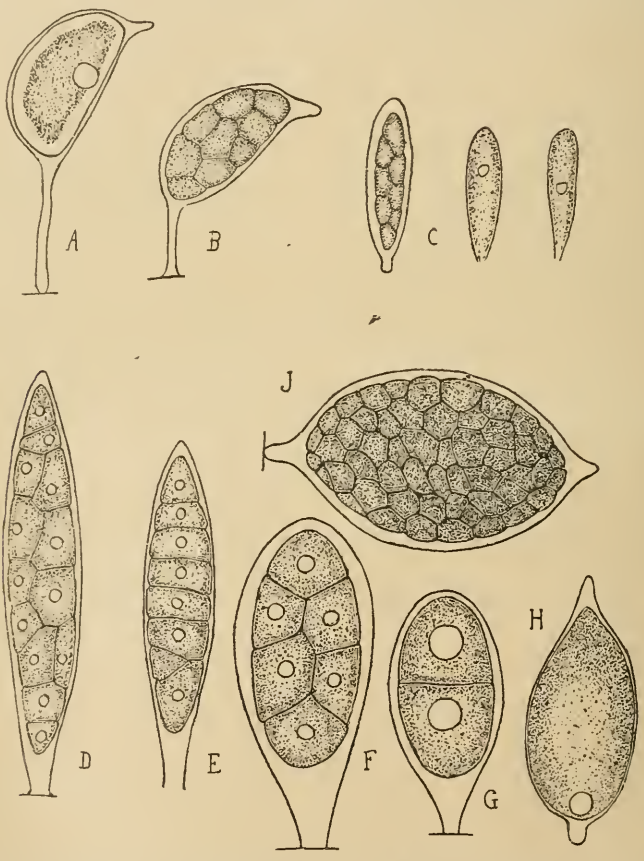


Fig. 165. A-B. *Characium ornithocephalum* ; C. *Characium strictum* ; D-E. *Characium angustum* ; F-G. *Ch. Sieboldi* ; H-J. *Characium acuminatum* (A-B, d'après A. Braun).

La cellule est fixée par un pied plus ou moins long, muni d'un épatement basilaire en forme de disque souvent foncé. On remarque parfois au sommet libre un épaississement particulier de la membrane. Lors de la

multiplication, le contenu se divise d'abord transversalement; la suite des segmentations dépend de la forme de la cellule: si elle est allongée, on voit s'y faire plusieurs segmentations transversales avant que des divisions longitudinales apparaissent (*Ch. angustum* A. Br. *Ch. ornithocephalum* Br.). Si, au contraire la cellule est ellipsoïde ou globuleuse (*Ch. obtusum* A. Br.), au premier plan transversal succède une segmentation parfois longitudinale, puis des divisions déterminées par les tensions variées. Finalement, le contenu est divisé en un pseudo-parenchyme à cellules anguleuses, polyédriques par compression, et qui ne demandent qu'à sortir pour devenir des zoospores biciliées; parfois elles s'arrondissent déjà dans le zoosporange. Je n'ai conservé dans ce genre (à la suite de Borzi) que les espèces dont le mode de multiplication est connu et qui possèdent un pyrénoïde. Cependant il se pourrait que parmi les espèces décrites autrefois comme dépourvues de pyrénoïde il s'en trouvât qui, soumises à un nouvel examen, présenteraient ce caractère. Ainsi le *Ch. Nægelii* A. Br. (Næg. Einzell. Alg. Tab. III, D) montre dans toute son évolution les caractères d'un vrai *Characium*. Nægeli n'a pu y reconnaître un pyrénoïde. Cet auteur notait cependant soigneusement la présence ou l'absence de ce qu'il appelle « Chlorophyllbläschen », le pyrénoïde.

Fig. 166. *Characium obtusum* (Genève).

J'ai constaté qu'à la division, le pyrénoïde (*Ch. obtusum* A. Br.), tantôt est dévolu tout entier à l'une des cellules filles, tantôt subit en même temps qu'une subdivision, un amoindrissement. Ce qui fait que

dans les premières cellules filles il est difficile de l'apercevoir; il disparaît dans la suite du développement pour réapparaître à la germination.

Characium A. Br. (Chod. em.)

in Kuetz. Species, p. 208.

Thalle unicellulaire fixé par un pied plus ou moins court, parfois assez allongé; cellule elliptique, sphérique ou fusiforme, régulière ou excentrique; chromatophore en plaque pariétale unique d'un beau vert, à un pyrénoïde.

Multiplication : par division successive du contenu en un pseudo-parenchyme qui donne naissance à (4), (8), 16, 32 zoospores biciliées.

On faisait précédemment rentrer dans ce genre un grand nombre d'espèces. Borzi a montré que les *Ch. longipes, acutum, pyriforme, gibbum, subulatum,* doivent en être détachés pour constituer le genre *Characiopsis,* qui entre dans la série des **Chlorothéciacées.** Plusieurs autres espèces paraissent être simplement des thalles de Chamésiphoniées, ainsi *Ch. coronatum* Herm., *Characium ovale* Lacost. et Suring., et sans doute d'autres encore.

A. Subsessiles.

Characium Sieboldi A. Br., l. c. Tab. III, A—21.

Cellule oblongue, subobtuse, puis sublancéolée, presque sessile, mais atténuée en coin à la base.

40—70 = 20—33 µ.

Ch. strictum. A. Br., l. c. Tab. V, A.

Cellule oblongue, sublinéaire, obtuse, non atténuée en coin à la base, mais largement adnée.

23—30=6—7 µ.

Ch. acuminatum A. Br., l. c. Tab. II, A.

Fig. 167. *Characium ornithocephalum*, var., parmi *Hormidium flaccidum*, Boissière, Genève.

Cellules lancéolées elliptiques, un peu atténuées en stipe à la base, brièvement apiculées au sommet et non pas simplement acuminées. Dim. : 35—36 = 15—20 μ.

Ch. apiculatum = *Ch. pachypus* Grun. (*Ch. urnigerum* Herm., Hedwig. 1855, t. XII, f. 2). Ne diffère du précédent que par un stipe plus épais, plus trapu (fig. 168).

Ch. angustum A. Br., l. c. Tab. III, B.

Ressemble au *Ch. Sieboldi* jeune, mais il se maintient lancéolé et subaigu au sommet. Il est attaché par un pied court et assez épais. — 110 μ, 14 = 24 μ (fig. 165, F, G).

Genève, Pinchat.

B. Stipités.

Ch. Pringsheimii A. Br., l. c.

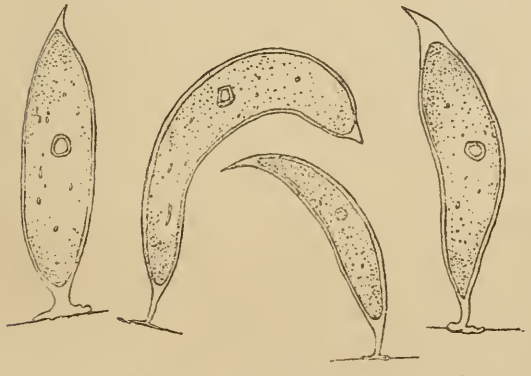


Fig. 168. *Characium apiculatum.* (Frontenex, Genève).

Cellule dressée, suboblique, ovale-lancéolée; pédicelle court dilaté à la base en un disque brunâtre, 20—25 = 6—10 μ.

Ch. ornithocephalum A. Br., l. c. Tab. III, C.

Cellule assez longuement stipitée; pédicelle filiforme deux fois plus court que l'urne qui est ordinairement courbée, lancéolée-ellipsoïde, prolongée en un bec subhorizontal. Long. cellules : 25—30 μ.

Ch. obtusum A. Br., l. c. Tab. III, E.

Cellule ellipsoïde munie à la base d'un stipe distinct court; obtuse à la base comme au sommet, qui est parfois comme tronqué. Au sommet, épaississement lenticulaire de la membrane, brillant. Longueur : 20—40 μ (fig. 166, pg. 239).

Genève, Bassin du Jardin botanique.

Ch. Nægelii A. Br. (Næg. Einzell. Alg. T. III, D).

Cellule distinctement stipitée, elliptique-obtuse ou elliptique-obovée. Long. 20—42, larg. 7—18 μ; pédicelle mince, long. 4 μ, non dilaté à la base.

Marécages. Zurich (Nægeli).

Les *Ch. subulatum* Br., *Ch. gibbum* Br., *C. longipes* Br., *C. acutum* Br., *C. pyriforme* Br., sont des Confervoïdées, d'après Borzi, qui a créé pour eux le genre *Characiopsis*.

Incertæ sedis : *Ch. Braunii* Brügg, *Ch. horizontale* A. Br., *Ch. Clava* Herm., *Ch. epipyxis, Ch. Tuba* Herm., *C. ensiforme* Herm., *Ch. obtusellum* de Toni, *Ch. Rabenhorstii* de Toni, *Ch. Hookeri* Hansg., *Ch. giganteum* de Toni, *C. ambiguum, Ch. minutum, Ch. subsessile* de Toni, *Ch. urnigerum* Herm., *Ch. eurypus,* dont le développement n'est pas suffisamment connu. V. de Toni l. c.; A. Braun l. c.; Hermann in Rabenhorst Beiträge zur näheren Kenntnis der Algen. Leipzig, 1862—65.

Une étude monographique du genre Characium s'impose.

III. Tribu Endosphérées.

Les 4 genres endophytes qu'on a coutume de réunir sous le nom d'Endosphéracées devront, lorsqu'ils seront mieux connus, être sans doute distribués à d'autres groupements. C'est assez dire que je considère cet arrangement comme provisoire. Quant au paradoxal genre *Scotinosphaera* Klebs il aurait, selon cet auteur, une évolution si merveilleuse qu'il serait seul de son type dans le règne organique.

Les deux genres *Chlorochytrium* et *Endosphaera* ont une évolution mieux connue

Le contenu de leur cellule endophyte (Chlorothytrium) se multiplierait par division successive, comme cela a lieu dans le genre *Characium;* les pyrénoïdes disparaissent pendant cette évolution, puis les produits de la division mis en liberté par gélification de la couche interne de la membrane seraient expulsés, entourés d'une vésicule analogue à celle de *Pediastrum* et de beaucoup de Protococcacées. Les gamètes se fusionnent, la zygozoospore devient libre et se meut au moyen de ses 4 cils jusqu'à ce qu'elle arrive au contact d'une plante aquatique ou amphibie. Alors elle s'entoure d'une membrane et pousse un tube germinatif qui pénètre soit à la limite de deux cellules, soit par les stomates.

Dans le sporange des *Endosphaera* il se forme d'abord des cellules qui s'entourent d'une membrane (spores), mais dont le contenu se divise à son tour en 4, 8, 16 cellules, qui sont des gamètes. Le tout est mis en liberté comme cela a lieu dans le genre précédent.

Le genre *Phyllobium* se comporterait à peu près comme une Siphonée. En pénétrant dans les intercellulaires, son tube germinatif se ramifierait à la façon de *Phyllosiphon,* mais d'une manière beaucoup plus restreinte. Parfois même, la ramification ne serait pas visible.

A un moment de son évolution, le contenu des tubes se déverserait dans un renflement qui, en s'arrondissant et en se séparant des filaments par des parois, deviendrait hypnocyste. Celui-ci se remplit souvent d'une huile contenant de l'hématochrome; au renouvellement de la végétation, ses gamètes copuleraient comme il a été indiqué précédemment. Klebs a rencontré des micro- et des macrogamètes. Il y a donc tendance à la sexualité.

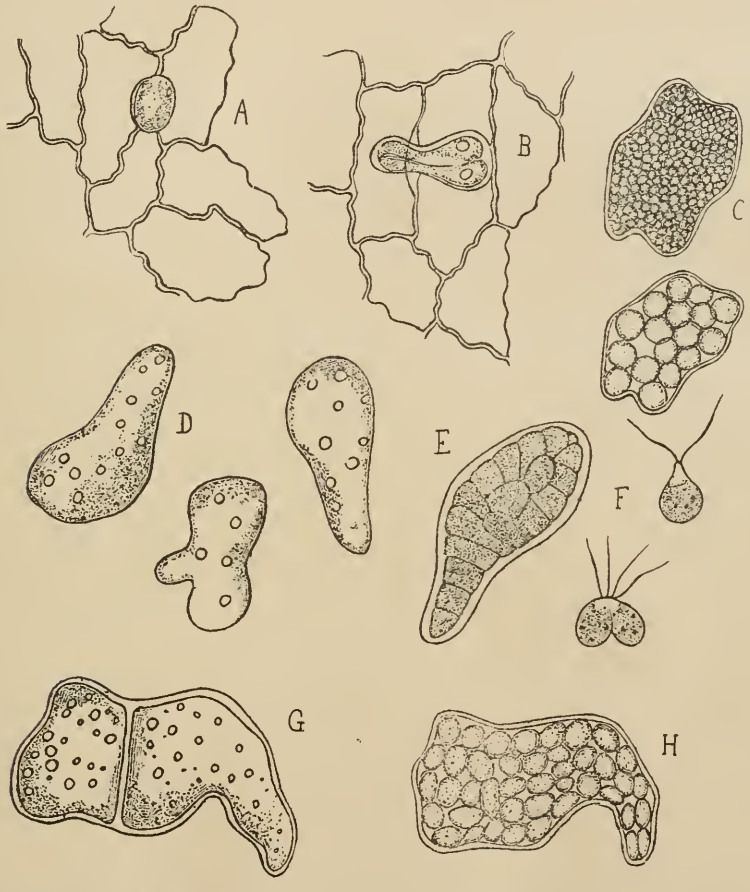


Fig. 169. *Chlorochytrium Lemnae* A—F; A—B, pénétration de la cellule entre deux cellules épidermiques; D—H, *Chl. Knyanum.* (D'après Klebs).

Il me reste à faire la critique du genre *Scotinosphaera.* Sa morphologie est à peu près celle du genre *Centrosphaera* de Borzi.

Klebs prétend que le contenu se divise en masses ellipsoïdes qui se fusionneraient une ou deux fois avant de produire des zoospores. Cela est très douteux et demande à être revu.

Ne paraissent appartenir aux Protococcacées que les genres *Chlorochytrium, Endosphaera* et *Scotinosphaera* (*Centrosphaera* p p.)

Chlorochytrium Cohn (Klebs emend.)

Beitr. zur Biolog. der Pfl. Bd. I. Heft. II. S. 87; Klebs, Bot. Zeit, 1881.

Cellules endophytes subsphériques ou difformes, isolées; chromatophores munis de plusieurs pyrénoïdes; contenu amylacé et huileux.

Multiplication par division successive du contenu en beaucoup de gamètes biciliés qui sont mis en liberté par gélification de la couche interne de la membrane; ils copulent dans la vésicule et se meuvent comme zygozoospores, s'arrêtent, s'entourent d'une membrane cellulosique et germent en pénétrant entre deux cellules épidermiques au moyen d'un prolongement siphoné. — Hypnocystes en hiver.

Chlorochytrium Lemnæ Cohn.

Cellules ordinairement sphériques ou ellipsoïdes; au dessus de chaque cellule se trouve un bouton cellulosique, résidu de la membrane abandonnée par la zygozoospore en germant.

Dans les intercellulaires de *Lemna trisulca,* commune. (Klebs, l. c.)

Le *Chl. Knyanüm* Klebs qu'on trouve dans les *Lemna minor* et *L. gibba* paraît différent. Les cellules ont souvent une forme de poire ou, si elles sont difformes, elles ont généralement un prolongement utriculaire, les zoospores biciliées ne copulent pas (Klebs).

Phyllobium Klebs.

Bot. Zeit. XXXIX, 332.

Thalle filamenteux, ramifié, vert, non cloisonné ou cloisonné, pénétrant dans les faisceaux des nervures; le contenu se déverse dans un hypnocyste sphérique; parfois cellules sans tubes ou à tubes rudimentaires; macro- et microgamètes biciliés; zygospores 2-ciliées (?). Germination par un tube simple ou plus souvent ramifié.

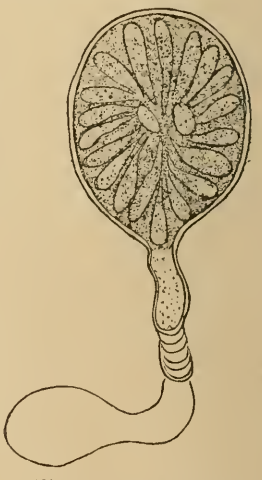


Fig. 170. *Phyllobium dimorphum* Klebs (d'après Klebs).

Phyllobium dimorphum Klebs, l. c. 333.

Endophytes dans les feuilles d'*Ajuga*, de *Lysimachia Nummularia*, *Chlora*, etc.

Chromatophores rayonnants, munis chacun d'un pyrénoïde.

Scotinosphaera Klebs.

Bot. Zeit. XXXIX, 333.

Cellules ordinairement codioliformes; bouton cellulosique à couches concentriques; utricule arrondi ou difforme; chromatophores rayonnants, (pyrénoïdes?). Klebs prétend que le contenu, après s'être divisé en plusieurs parties, se refusionne (?) et qu'il donne seulement tardivement naissance à des zoospores.

Pas de copulation connue. Genre très problématique.

Scotinosphaera paradoxa Klebs.

Chétopeltidacées.

De tous les groupes que nous avons établis, c'est le seul qui ne nous paraît pas très naturel. Ses affinités sont obscures, même si on le limite aux seuls genres *Chaetopeltis*, *Myxochaete* et *Dicranochaete*. Malheureusement, la connaissance exacte des soies, leur valeur et leur origine, est encore à établir.

Les espèces qui forment des disques rappellent les *Tetraspora* ou les Ulvacées, mais leurs soies muqueuses, si rudimentaires qu'elles soient, rappellent les Chétophoracées.

La structure cellulaire du *Chaetopeltis minor* Moeb. est presque identique à celle de *Monostroma*. La disposition des cellules en une couche, le chromatophore en plaque, à bords plus ou moins lobés (ce qui a fait croire à M. Moebius qu'il y aurait plusieurs chromatophores), un gros pyrénoïde complètent cette similitude.

Quant au développement du thalle, il résulte, selon Moebius, de la ramification d'un filament primitivement ramifié latéralement, qui ne devient dichotomique que par suite de la concrescence complète des filaments rayonnants (Huber) [1]. Le pyrénoïde est bien réellement toujours présent, quoique Wille ne l'indique pas (Wille, Chlorophycées, l. c.).

Il n'y a guère, je le répète, que les soies muqueuses qui caractérisent cette série.

Schmidle [2]) a décrit une espèce de *Chaetopeltis* qui ne diffère du

---

[1]) Huber. Chétophoracées épiphylles. Ann. des Sc. nat. l. c.

[2]) Schmidle. Hedwigia, 1897, Heft I.

Ch. minor et du *Ch. orbicularis* que par la disposition plus irrégulière des cellules et par le diamètre plus considérable.

Quant au *Ch. orbicularis* Berthold, il faut supposer que c'est simplement un état plus robuste produisant des zoospores au lieu de gamètes. Ces zoospores sont à 4 cils. Elles sont d'abord entourées par une vésicule, comme cela a lieu autre part.

Il est vrai qu'on peut homologuer tout aussi bien ce développement à celui des prothalles de *Stigeoclonium*. Ceci montre d'ailleurs combien étroites et continues sont les relations de ces divers groupes d'algues inférieures.

Les soies muqueuses ont été étudiées par Huber et j'ai eu l'occasion de vérifier ses données. Le *Ch. orbicularis,* qui est commun dans les fossés et les mares, ne forme pas toujours des soies; elles apparaissent, au contraire, parfois en grand nombre. On les voit s'atténuer en une longue pointe effilée; ce sont certainement des dépendances de la membrane.

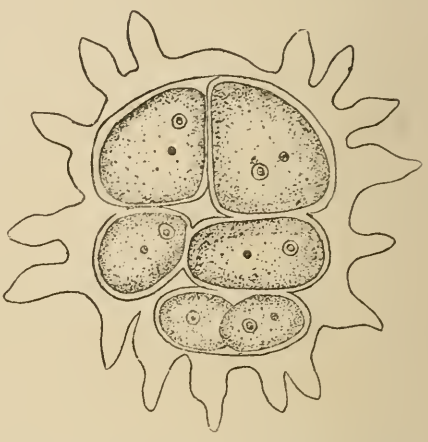


Fig. 171. *Conochaete Klebahnii* Schmidle vue de face. Section optique à travers un petit thalle. (D'après Schmidle).

C'est sans doute ici qu'il faut placer le singulier genre *Dicranochaete* Hieron., dont on a souvent fait une Protococcacée. Elle vit sur les plantes submergées des tourbières.

Sa cellule peltiforme, à pyrénoïdes parfois nombreux, rapellerait les Protococcacées, mais ces dernières sont généralement libres et, quand elles se fixent, elles le font d'une autre manière. En outre, on n'a jamais signalé de véritables soies muqueuses chez ces Protococcacées, qui développent rarement des zoospores. Quant à la structure de la membrane, si bien étudiée par Hieronymus, elle n'a pas son correspondant autre part.

Fig. 172. *Myxochaete barbata* (Kn. Bohlin) développement du thalle.

Le *Myxochaete* de Bohlin est évidemment très semblable à un *Chaetopeltis*. Le développement de leur disque se fait par un procédé analogue à la division de ceux de *Chaetopeltis*, mais rappelle en même temps, à ses débuts, le mode de cloisonnement des états larvaires des *Volvocinées*, et ceux des thalles orbiculaires des *Cephaleuros*, des *Phycopeltis* et des genres que Wille réunissait sous le nom de Mycoïdeacées.

Quant aux *Chétosphéridiées*, elles rappellent extrêmement par la disposition de leurs cellules, leurs filaments courts rampants, à ramifications latérales et courtes, le genre *Aphanochaete* parmi les Chétophoracées. La présence de soies engaînées, presque coléochétoïdes, les rapprochent encore plus des Chétophoracées-Coléochétées.

Fig 173. I, *Conochaete comosa* Kleb. II, *Conochaete Klebahnii* Schmidle. Gelée munie de ses soies muqueuses partant d'une base conique ; III, *Conochaete polytricha* Kleb., base de la soie lamellaire.

Les soies muqueuses ne font d'ailleurs pas complètement défaut autre part. Je rappellerai celles de l'*Apiocystis*. Mais ici on a montré que la soie est traversée par un pseudo-cil, ce qui n'a pas encore été fait pour les Chétopeltidées.

Ce groupe provisoire est aussi un arrangement biologique. Toute son évolution ontogénique est dominée par son somatropisme particulier qui détermine la dorsiventralité. Cette dernière apparaît dans les séries

les plus diverses : Chétopeltidacées, Trentepohliacées, Coléochétacées, Myrionémacées, etc. [1]).

On n'a laissé ici que les genres qui présentent des affinités avec les Tétrasporacées et les Chétophoracées inférieures.

Chétopeltidées.

Thalle pauci- ou pluricellulaire en disque rampant pseudo-parenchymateux, ordinairement entouré d'une gaîne muqueuse de laquelle partent des sois muqueuses simples ou ramifiées.

Reproduction par zoospores et gamètes biciliés.

A. Soies non engaînées simples. Thalle en disque, soies rares . . . . . *Chaetopeltis.*
deux soies par cellules . . . *Myxochaete.*

B. Soies non engaînées, ramifiées, thalle unicellulaire . . . . *Dicranochaete.*

C. Soies simplement engaînées issues de la membrane cellulaire.
base de la soie (gaîne) conique . *Conochaete.*
gaîne de la soie tubuleuse . . *Chaetosphaeridium.*

D. Soies doublement engaînées . . *Dicoleon.*

Chaetopeltis Berth. (1878).

Untersuch. über die Verzweigung einiger Süsswasseralgen, p. 40.

Thalle discoïde, suborbiculaire, à cellules disposées plus ou moins en séries rayonnantes, à croissance marginale comme celui de *Coleochaete* et de *Cephaleuros*, mais plus gélatineux, tout entouré d'une gelée qui se prolonge par places en soies muqueuses inarticulées simples et longues; chromatophore en plaque pariétale muni d'un seul pyrénoïde.

Multiplication : par zoospores nées par 2—8 dans une cellule mère (A. Berthold), à 4 cils, semblables à celles de *Monostroma;* gamètes semblables à deux cils (Mœbius).

Ch. orbicularis Berth. l. c. p. 53, t. IV, f. 6—14; Huber l. c. 297, Tab. XI, 710; *Ch. minor* Mœb. l. c. Beitr. zur Kenntniss der Algengatt. *Chaetopeltis* in Ber. d. d. bot. Ges. 1888, t. XII.

[1]) Chodat, sur quelques caractères épharmoniques des algues épiphylles.

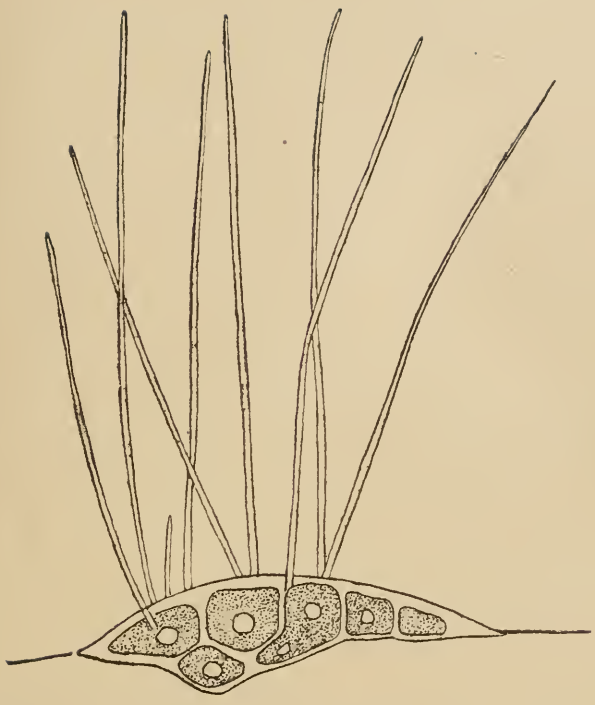


Fig. 174. *Chaetopeltis orbicularis*. Jeune plante avec soies muqueuses. (Huber).

Thalle de dimension variable, 150 μ — 1 mm.; chromatophore irrégulièrement perforé (Huber); pyrénoïde et noyau distincts, zoospores quadriciliées, 11—13 μ ou 8 — 10 μ de longueur, ovoïdes; un stigma rouge et deux vacuoles contractiles.

Sur les feuilles et les débris de plantes aquatiques, dans les étangs et les marécages.

Genève, Pinchat; Versoix, Bellerive, au bord du lac de Genève.

Dicranochaete Hieronymus.

In Cohn's Beiträge V., p. 370.

Thalle unicellulaire, pulvinulé, à contour arrondi ou subquadrangulaire; gelée largement étalée en pied décurrent sur le substratum, mais diminuant d'épaisseur au sommet de la cellule, où elle passe à une calotte plus ferme, épineuse, qui est soulevée lors de l'émission des zoospores; cette enveloppe gélifiée est traversée par une ou plusieurs soies muqueuses, simplement ou doublement dichotomiques; pyrénoïdes rapidement multipliés, gros; zoospores nombreuses biciliées à stigma rouge, antérieur.

Dicranochaete reniformis Hier. l. c. p. 370, Tab. XI, XII.

Cellules végétatives ou subréniformes, ou semi-ellipsoïdes munies d'une soie dichotomique. Diam. de la cellule végétative, 35 μ; soie, 80—160 μ.

var. *pleiotricha* Hier. l. c.

Soies: 2—4 par cellules, simples ou une fois dichotomisées. — Epiphyte sur les mousses, les hépatiques, le bois et les pierres des tourbières.

Myxochaete Kn. Bohlin 1894.

Bihand till K. Svenska Akad. Handling. Band. 15. Afd. III.

Thalle constituant un disque pseudo-parenchymateux, monostromatique, à contours irréguliers; ramification irrégulière, tantôt dichotomique, tantôt botrytique; chromatophore sans (?) pyrénoïde; un noyau; chaque cellule est surmontée de deux soies muqueuses, simples.

Sur des plantes aquatiques, dans les mêmes localités que *Chaetopeltis*.

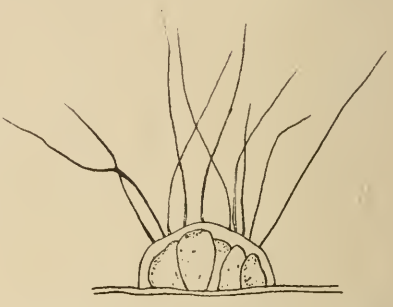


Fig. 175. *Myxochaete barbata* (d'après Bohlin). Jeune thalle.

M. barbata Kn. Bohlin l. c. Tab. I, fig. —. Lemmermann in Forschungsberichte Ploen. III, 1895.

Caractères du genre.

Diam. du thalle:

Obs. Le *Gloeochaete Wittockiana* Lagh. 1882, est voisin de cette plante; chaque cellule possède deux soies muqueuses (pseudo-cils?); zoospores ovoïdes et chromatophores ovoïdes couleur d'émeraude (voir VIIIme Congrès des Nat. Pétersbourg 1889-90, Rheinhard).

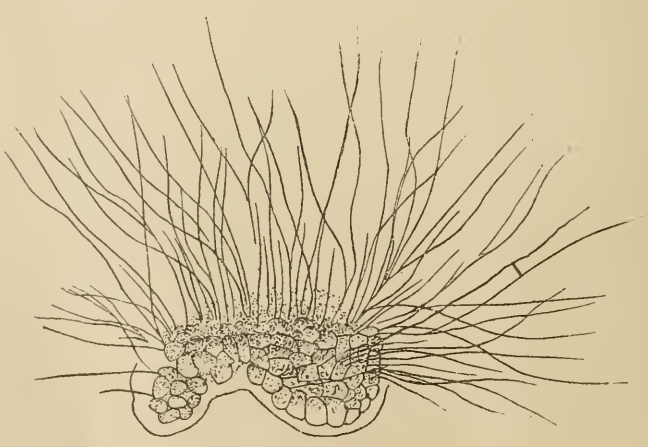


Fig. 176. *Myxochaete barbata* (d'après Bohlin). Thalle développé.

Conochaete Klebahn 1893.

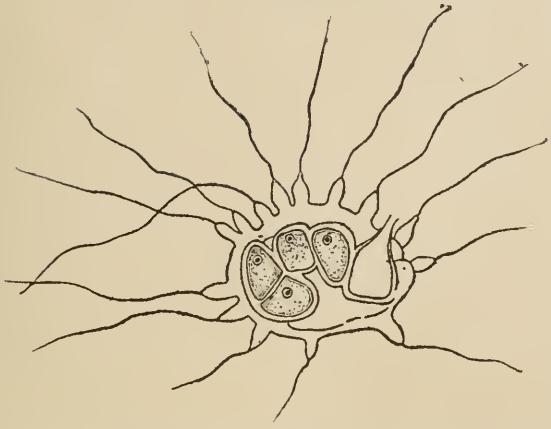


Fig. 177. *Conochaete Klebahnii* (d'après Schmidle). Petit thalle, dont le 5me sporange, à droite, est vide.

Zur Kritik einiger Algengattungen in Pringsheims Jahrb. f. Wiss. Bot. Bd, XXV. 278—321. Tab. XIV, 1893.

Thalle uni ou paucicellulaire, entouré d'une gelée générale portant des mamelons coniques du sommet desquels partent des flagellums caducs (un par cône); cellule comme dans les genres précédents, à

Fig. 178. *Conochaete Klebahnii* (d'après Schmidle). Thalle bicellulaire vu de côté, en bas, id. vue d'en haut; une des cellules a émis les zoospores.

un noyau et un pyrénoïde, zoospores (?) nées par 4 ou 8 dans chaque cellule (Schmidle).

Conochaete polytricha Klebahn l. c.; *Sphanochaete polytricha* Nordstedt, p. p.

Cellules groupées en petits coussinets globuleux ou subglobuleux, entourées de mucus, envoyant des soies dans toutes les directions, cellules globuleuses-cunéiformes. Soies munies d'une base conique à structure lamelleuse. Diam. cell. 10—16 µ.; long. des vagin. 9—13 µ.; épaisseur à la base 6—7, au sommet 2 µ. — Coussinets 0,2—0,5 mm.

Conochaete comosa Klebahn l. c.; *Sphanochaete polytricha* Nordst., p. p.

Coussinets hémisphériques entourés de gelée; soies à vaginule vraie, tubuleuse. Diam. des cellules 22—26 µ.; long. vag. 25—30, base des vaginules 6, 5—8, sommet 2—5 µ. — Coussinets de 0,2 à 0,5 mm.

Con. Klebahnii Schmidle, Hedwigia 1899, p. 162. Tab. VI, fig. 16—19.

Colonies dorsiventrales, diam. 20—40 µ; cellules arrondies 8—12 µ portant plusieurs soies muqueuses dont la base conique n'est pas feuilletée; souvent ce cône n'est pas régulier, il est ordinairement en tétine; on

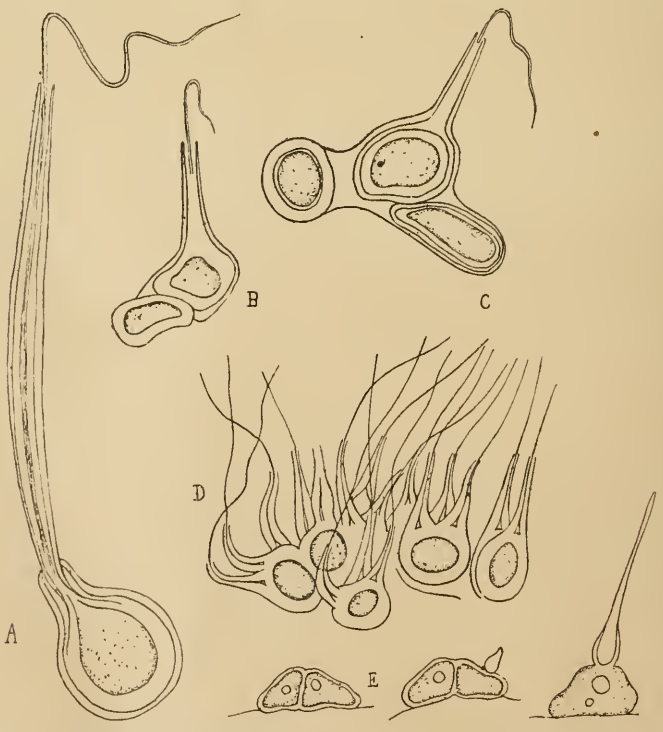


Fig. 179. A. *Dicoleon Nordstedtii* Kleb.; B, C, *Chaetosphaeridium globosum* Kleb.; D, *Conochaete comosa;* E, *Aphanochaete repens.*

rencontre ordinairement sur le milieu, c'est-à-dire au-dessus de la première cellule primitive, une calotte haute de 3—5 μ. dépourvue de soies.

Sur les feuilles de Sphagnum (Schmidle).

Chaetosphaeridium Klebahn.

Thalle pluricellulaire; cellules globuleuses ou hémisphériques prolongées au sommet en une soie vaginée, coléochétoïde, très longue, persistante, munie d'une seule manchette; cellules isolées ou réunies en filaments courts subrameux ou séparées par le mucus; chromatophore en plaque pariétale munie d'un seul pyrénoïde.

Ch. globosum (Nordst.) Klebahn l. c. Tab. XIV, fig. 5, 6, 7—10.

Cellules à gelée entourante bien développée. Diam. des cellules 12—18 μ, long. 16—17, larg. des manchettes 2—3 μ.

Ch. Pringsheimii Klebahn l. c.

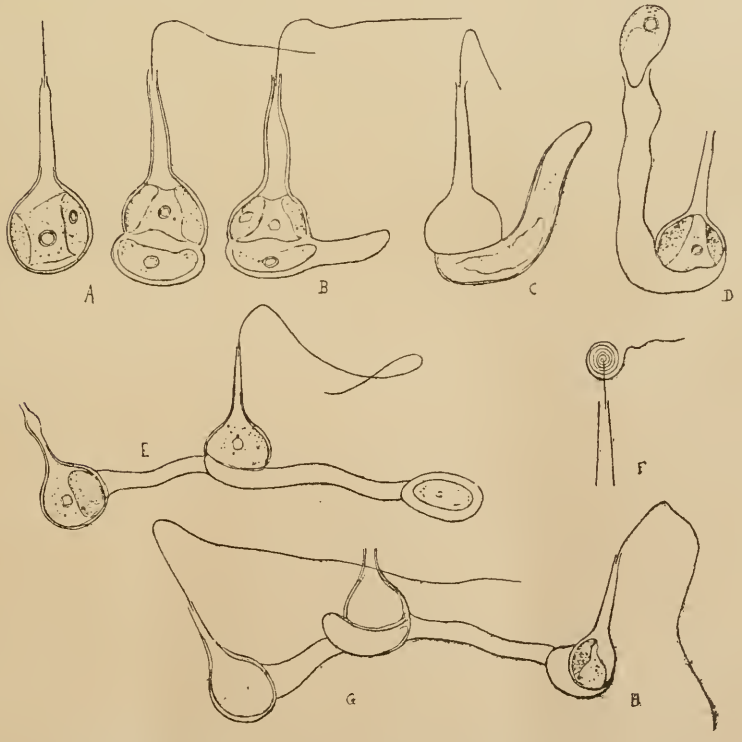


Fig. 180. *Chaetosphaeridium Pringsheimii* (d'après Klebahn). A, état unicellulaire: B, division et formation d'un rhizome; C, id.; D, émission d'une zoospore (?); E, Thalle 3-cellulaire; F, soie, engaînée à la base, fiel nroulé; G—H, Thalle 3-cellulaire.

Filaments épiphytes, rampants ou ascendants, dépourvus de gelée. Diam. des cellules 9—12 μ; soies 300 μ long.; vag. 13—18 μ long.; 2 μ épais.

Ulvacées.

Les Ulvacées réalisent un type qui est déjà contenu en principe dans les Palmellacées. En réalité, il n'y a guère que la consistance plus ferme des membranes et par conséquent la forme plus définie des thalles qui les en séparent. Il est vrai qu'ici les cellules du thalle sont ordinairement plus régulièrement disposées et que le nombre des couches qui le constituent est déterminé. Comme chez *Tetraspora,* les cellules forment une assise unique qui peut devenir double chez *Ulva* et *Letterstœdtia.*

Avec le développement progressif de la morphologie externe, car ces thalles prennent chez les espèces marines une forme bien déterminée, apparaissent, comme par exemple chez *Enteromorpha*, des cellules apicales actives qui semblent dominer l'ensemble du développement.

Quant à la disposition en tétrades des cellules, comme chez les Palmellacées et notamment chez *Tetraspora*, elle fait quelquefois défaut chez les Ulvacées, mais paraît constante chez *Ilea.* On verra d'ailleurs que dans son développement, *Monostroma* rappelle beaucoup ce genre qui semble constituer le point de rattachement aux Palmellacées.

Les cellules de *Monostroma* ont un chromatophore en manteau avec un pyrénoïde. Ce chromatophore peut se diviser en plus ou moins de lobes. Les cellules sont rarement disposées régulièrement et ceci provient de leur singulier mode de division.

Une cellule s'accroissant s'allonge en ellipse; elle se divise transversalement. Les deux moitiés ont maintenant la tendance à s'allonger perpendiculairement l'une à l'autre et à se diviser transversalement.

C'est de cette manière que naissent les groupes en T qui sont souvent si caractéristiques pour *M. bullosum.*

Cette disposition est encore bien visible dans la figure prise d'un thalle en voie de gélification. C'est le même arrangement qui est réalisé souvent chez *Tetraspora,* où les cellules ne sont pas constamment en tétrades. Ceci est évidemment plus qu'une coïncidence. Ajoutée aux autres caractères communs aux deux séries, cette particularité prend une signification toute spéciale. Cette disposition a d'ailleurs été figurée pour d'autres espèces (*M. groenlandicum* d'Ag., *M. Grewillei* (Thur.) Wittr. v. arctica Rosenvinge).

Ces thalles, en section transversale, ont leurs cellules disposées de manière à ce que leur axe principal soit perpendiculaire à la surface. On n'a que peu d'observations sur l'origine de ces thalles qui sont souvent, dans leur jeunesse, en forme de sac. Pour suivre leur développement il faut remonter aux éléments mobiles. Ceux-ci se forment par 4 à 16, ordinairement par 8. Les cellules qui se préparent à donner naissance à des éléments mobiles prennent généralement une forme plus arrondie ; les auteurs ont souvent décrit cette forme de cellule en l'opposant à celle des éléments végétatifs. Ces zoospores ont un stigma, un chromatophore en plaque, deux cils assez longs. Leur forme et leur grandeur varie beaucoup. Elles s'unissent deux par deux en une zygospore 4-ciliée. Cette zygospore en perdant ses deux cils peut se comporter différemment : 1° elle peut germer directement en s'allongeant transversalement et en produisant un court filament qui bientôt se subdivise ; les deux nouvelles cellules se subdivisent à leur tour après s'être renflées des deux côtés du premier plan de segmentation. Il en résulte ainsi un filament court à 4 cellules (fig. 181, 1-7). Ordinairement les deux premières cellules vont se renflant insensiblement vers la paroi médiane, ce qui fait que par leur subdivision ultérieure elles donnent naissance à deux cellules médianes plus larges que les deux terminales.

Les variantes suivantes sont plus rares. Des deux premières cellules, l'une se subdivise comme précédemment, l'autre plus large dès le début, se cloisonne perpendiculairement de manière à produire deux cellules côte à côte près de la seconde (fig. 181, 7, 8-10-11). Plus rarement enfin, cette bipartition répétée se fait en croix.

Les cellules moyennes du filament sont plus larges que les terminales ; peu après la formation elles s'accroissent activement, perpendiculairement à l'axe précédent. Le plus souvent les deux cellules se comportent de même et s'allongent également dans les deux directions (fig. 99), moins souvent leur extension ne se fait que d'un côté (fig. 181, 7, 10), ou enfin alternativement à droite ou à gauche. De ces quatre cellules, les terminales se subdivisent comme précédemment, tandis que les deux intermédiaires se dédoublent par un cloisonnement perpendiculaire.

Dès ce moment, les cloisons ultérieures varient beaucoup. On voit souvent l'une des cellules moyennes divisée en 3, tandis que l'une des apicales seule est dédoublée. Dans la suite du développement il se produit des cloisonnements dans des directions alternativement contraires, ce qui produit des thalles rudimentaires, dans lesquels on peut encore reconnaître l'origine filamenteuse. Si la multiplication ultérieure est plus considérable à la périphérie, qu'au centre, on obtient des thalles étalés. Si, au contraire, la multiplication se fait également ou même plus rapi-

dement dans la partie moyenne, il y aura production des vésicules bien connues pour cette algue.

Reinke a observé un autre développement de la zygote. Il l'a vu s'arrondir et passer à l'état de spore durable. Ces spores germent en divisant leur contenu en 4, puis en 8 cellules entourant une vacuole centrale ; par cloisonnement dans les cellules de la périphérie se forment des thalles vésiculeux.

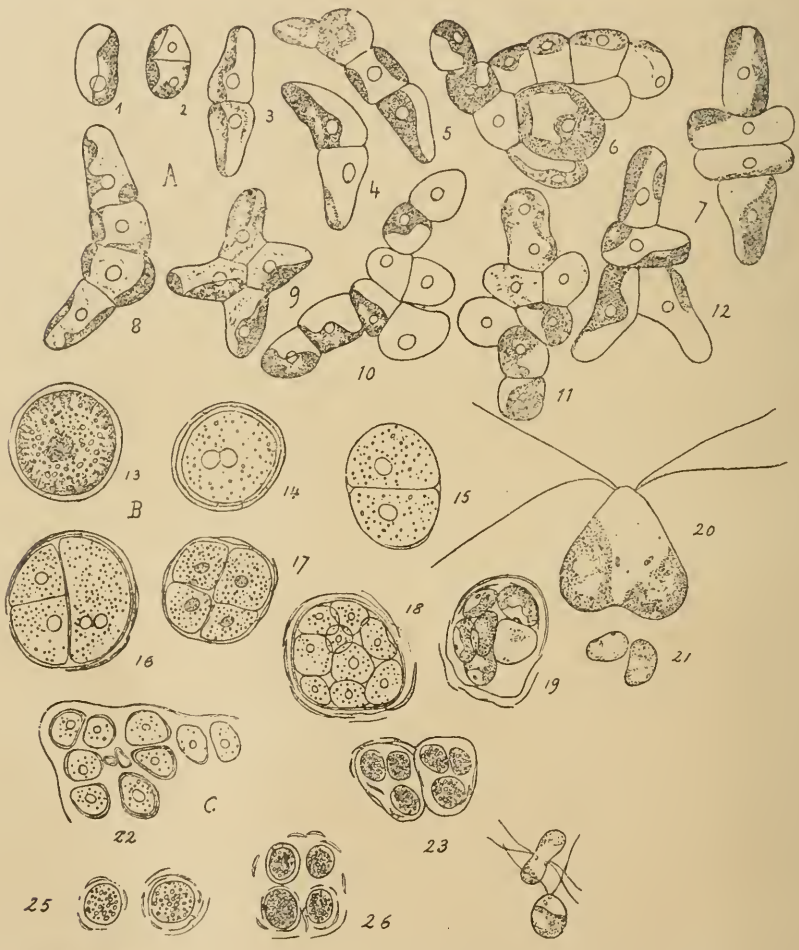


Fig. 181. *Monostroma bullosum.* — A, 1—12, germination montrant l'arrangement variable des cellules au début ; B, 13, hypnocyste ; 14, id ; 15, 16, 17, 18, 19, germination d'un hypnocyste produisant des gamètes (microzoospores facultatives) ; 20, zygospore ; 21 ; deux microzoospores en voie de germination ; C, portion du bord d'une lame (22), 23—26, stades *Schizochlamys*, 27 (sans n°) zoospore et zygozoospore.

Les thalles de *Monostroma* peuvent passer par un état de repos lorsque les conditions deviennent défavorables. Chacune des cellules qui

n'avait pas produit de zoospores s'accroit fortement. Le diamètre de ces cellules remplies atteint jusqu'à 4 fois celui des cellules normales. En même temps la gelée qui séparait déjà primitivement les cellules normales augmente encore et les thalles perdent leur aspect étalé et deviennent palmelloïde. D'autre part, leur membrane spéciale s'épaissit assez fortement, lorsque la cellule a pris son accroissement total. Ces hypnospores peuvent se détacher du thalle ou rester adhérentes.

A leur germination elles divisent leur contenu en 4, puis en 8 et finalement en 16. A ce moment, elles ressemblent extrêmement au stade de germination des zygotes décrits par Reinke. La membrane se rompt, passe par un état *Schizochlamys* et le contenu produit des zoospores biciliées.

Enfin, on peut obtenir des états franchement *Schizochlamys* aux dépens du thalle primitif (v. fig. 23-26).

En résumé, Monostroma rappelle *Tetraspora,* par le mode de division de ses cellules, leur structure, l'état palmelloïde et la production des zoospores et des gamètes.

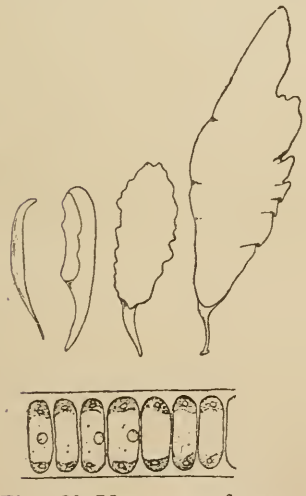


Fig. 182. *Monostroma fuscum* (Post et Rupr.) Wittr. Développement du thalle ; b, section transversale (d'après Rosenvinge).

En plus, les *Monostroma* comme les *Palmella* peuvent passer par un état *Schizochlamys* et leurs cellules devenir des hypnospores comme celles d'*Apiocystis* (v. fig. 36, E ; 181 B, 13).

Quant au mode de développement, il peut varier beaucoup :

A. commencer par la production d'un filament,

B. passer par un état en boule (Reinke),

C. naître de la division d'un état palmelloïde (v. fig. 181, 23-26).

Dans les eaux douces, les *Monostroma* ne sont pas nombreux. Ils sont plus répandus dans les eaux saumâtres et marines. Leur fixation se fait par des rhizoïdes plus ou moins nombreux.

Quelques-uns sont stipités et leur pied cylindrique est souvent concave ; il ressemble alors à un thalle d'*Enteromorpha.* D'après Rosenvinge, la plante est tout d'abord cylindrique, puis se déchire dès qu'elle a atteint une longueur d'un cm. C'est alors que se forme la lame caractéristique pour ces espèces. Les cellules du pied de *M. leptodermum Kyehlm.* (*sec. Rosenvinge*) sont allongées longitudinalement et souvent disposées en séries.

Chez les *Enteromorpha,* le thalle conserve cette disposition en tube qui est réalisée dans le pied de quelques *Monostroma.* Ces tubes ou sacs peuvent rester simples ou se ramifier. Des rhizines fixent la plante comme chez *Monostroma.* Quant à la forme et à la disposition des cellules en une couche, il y a de faibles variations qui ont été utilisées par les classificateurs comme caractère spécifique ou de section. Les gamètes sont semblables à ceux de *Monostroma.* La zygote germe immédiatement et produit un stipe muqueux dérivé de la membrane. Le genre *Ilea* J. S. Ag. n'en diffère guère que par sa couleur brunâtre.

Quant aux Ulva, ils présentent cette particularité d'avoir leur thalle foliacé formé par deux assises de cellules.

L'origine de ce thalle est comme celle d'*Enteromorpha,* encore douteuse. Cependant Borzi et Thuret ont décrit des premiers développements qui semblent être aussi variables que chez *Monostroma.*

La division dans un plan ou selon les 3 directions de l'espace n'a pas l'importance systématique qu'on a voulu lui donner. Ainsi les cénobes d'*Eudorina* naissent selon le premier comme selon le second mode. *Tetraspora* peut être à une assise de cellules ou palmelloïde. *Pleurococcus* peut passer par un premier stade filamenteux, thalloïde ou massif.

Ulvacées.

Thalle membraneux, foliacé uni ou ondulé, rarement vésiculeux, tubuleux ou intestiniforme; lame à une ou deux couches de cellules; cellules uninucléées, à chromatophore en plaque pariétale à un pyrénoïde. — Zoospores et isogamètes.

Il y a peu d'espèces d'eau douce:

Thalle foliacé membraneux à une couche de cellules . . . . . *Monostroma.*
tubuleux-cylindrique à une seule couche . . . . . *Enteromorpha.*

Monostroma Thur. (1854).

Note sur la Syn. des Ulva, Ann. de la Soc. nat. de Cherbourg, tome II, p. 29.

Thalle mince-membraneux fixé à sa base, d'abord vésiculeux puis découpé et s'accroissant en lames foliacées, finalement librement nageant; cellules arrondies ou subangulaires, disposées souvent par 4.

Multiplication : par zoospores ovoïdes biciliées et par gamètes facultatifs plus petits biciliés s'unissant par le bec ou latéralement.

Monostroma bullosum (Roth) Wittr. *Monostrom.* 28, t. I, fig. 1; Reinke, Ueber *Monostroma bullosum,* etc. Pringsheim's Jahrb. II. Band. 1878; Chodat, Remarques sur le *Monostroma bullosum* in Bull. Soc. botanique de France, Tome XLI, Tab. VIII, fig. 1—26.

Thalle adné à la base, très mince, vert pomme, lubrique; cellules arrondies ou un peu anguleuses, souvent arrangées par paires de cellules voisines disposées en ⊤; chromatophore en plaque pariétale, large à un pyrénoïde; membranes fortement gélifiées mais n'égalant pas les protoplastes en diamètre.

Etats secondaires *Schizochlamys,* hypnospores et hypnothalles connus (Chodat).

Cette espèce peut être facilement confondue avec le *Tetraspora lubrica,* mais au microscope les différences sont très nettes; ici le chromatophore n'est pas en cloche, la membrane spéciale des cellules est plus ferme et la gelée plus résistante.

A la germination des zoospores naissent des filaments courts qui, en se ramifiant à la façon des thalles dorsiventraux de *Stigeoclonium,* se transforment en thalle.

Genève, dans les îles de l'Arve, au-dessus de Sierne (Chod.).

Enteromorpha Link. (1820).

Intestiniforme, longue de 1—20 dcm., large de 1—10 cm., vert-jaunâtre, ou un peu olivâtre; cellules disposées en une seule couche, arrondies ou polyédriques; chromatophore pariétal non en cloche.

Enteromorpha intestinalis (L.) Link. in Nees Hort. Phis. Berol. 1820, p. 5.

Caractère du genre.

Espèce rare: trouvée une seule fois par Mme Malinesco dans le lac entre Genève et la Belotte.

Ulothriciacées.

Filaments *simples* à membrane ordinairement lisse; cellules cylindriques ou arrondies et alors disposées en chapelet; chromatophore en plaque pariétale, entier ou un peu lobé, jamais étoilé, à un ou plusieurs pyrénoïdes; un noyau par cellule.

Multiplication: par acinètes produits par gélification des membranes; par scissiparité amenant la désarticulation du thalle; par zoospores quadriciliées ou biciliées ou par gamètes biciliés.

I. Isosporées ou asexuées.

A. Filaments égaux non toruleux
non terminés en pointe (quatre cils à la zoospore) . . . . . *Ulothrix.*
Hormococcus.

F. Terminés en pointe . . . . *Uronema.*

B. Filaments dans une gaîne gélifiée épaisse
cellules distantes ellipsoïdes . . . *Hormospora.*
cellules rapprochées, disposées en chapelet . . . . . *Radiofilum.*

II. Hétérosporées . . . . . *Cylindrocapsa.*

Dans le genre *Ulothrix,* il n'est guère que l'*U. zonata* dont le développement soit bien connu. Les autres espèces sont douteuses ou mal délimitées.

Les filaments simples ont, dans chaque cellule, une plaque chlorophyllienne qui ne recouvre pas toute la paroi du grand espace libre. Il y a ordinairement plusieurs pyrénoïdes. Les filaments sont fixés par un crampon à ramifications allongées et siphonées.

On sait qu'il est très facile d'obtenir les zoospores: il suffit ordinairement de transporter ces filaments de leur station naturelle dans le laboratoire. Les filaments varient excessivement comme épaisseur et de la grandeur des cellules dépend le nombre de zoospores qui sera produit. Les plus minces donnent naissance à une zoospore par cellule, puis à 2, 4, 8, 16, 32. La division est successive. Le plus souvent, le premier sectionnement est transversal, mais il peut être tout aussi bien longitudinal. La division se fait tout entière dans le protoplasma, c'est-à-dire entre les deux membranes plasmiques. Finalement, l'externe se gélifie et permet l'émission des zoospores qui, au moment de leur sortie, sont entourées d'une vésicule hyaline. La vacuole n'est pas utilisée et disparaît peu après l'expulsion. Les zoospores restent pendant un instant encore enfermées dans la vésicule, puis celle-ci se dissolvant à son tour, elles s'échappent avec rapidité.

Les zoospores lenticulaires sont ordinairement à 4 cils; elles sont ovoïdes et un peu aplaties. Les pyrénoïdes sont tantôt cachés ou absents, tantôt très visibles, souvent même la zoospore en possède dans son chromatophore en manteau deux ou trois. Deux vacuoles contractiles au dessous du bec et un stigma allongé rouge situé un peu au dessus de la moitié, quelquefois plus haut, complètent la zoospore.

Outre ces grandes zoospores, il en est de plus petites munies également de 4 cils; elles sont souvent proportionnellement plus allongées. On connait aussi des microzoospores à deux cils.

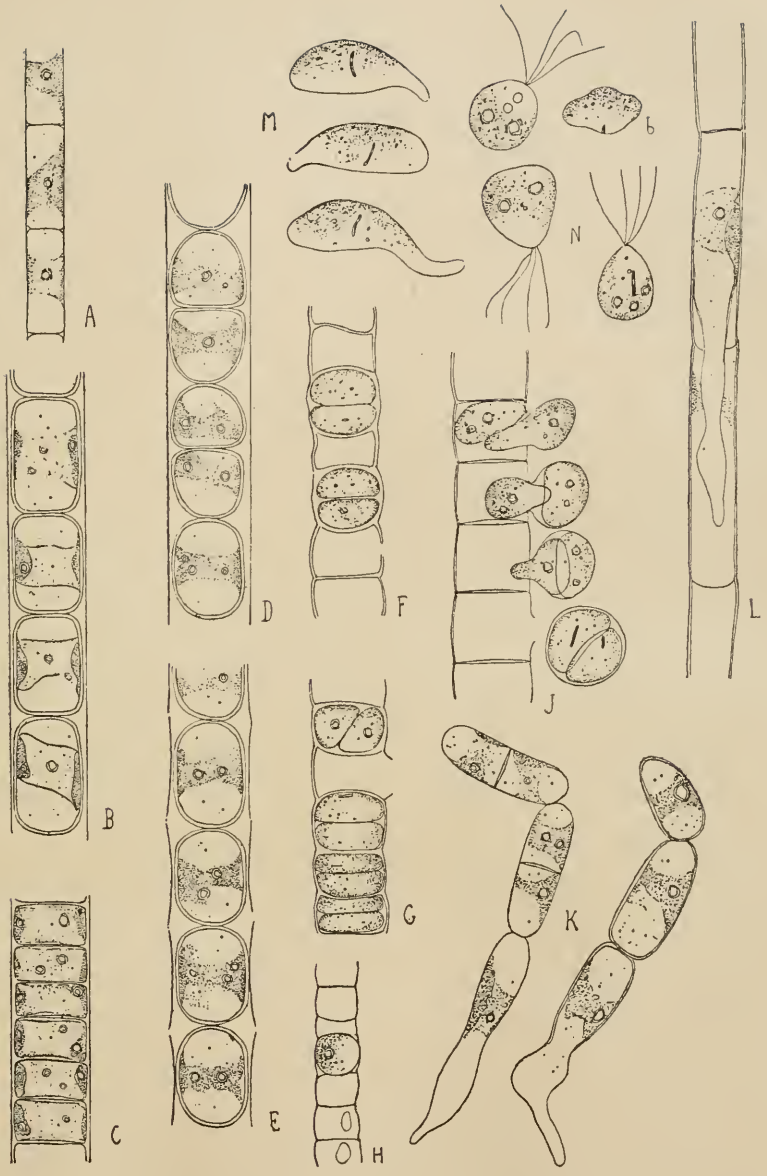


Fig. 183. *Ulothrix zonata ;* A, filament mince, à cellules allongées ; B, gros filament à cellule passant au stade *Hormospora* par gélification des cloisons ; C, filament normal ; D—E, stades gélifiés plus ou moins *Hormospora ;* F, filament dont les cellules produisent 2 zoospores, la plupart des cellules sont déjà vides ; G, id., H, filam. dont les cellules émettent une zoospore, on voit l'orifice par lequel la zoospore est sortie ; J, stades successifs dans l'émission de la vésicule à deux zoospores ; K, jeunes filaments en désarticulation, la cellule inférieure est prolongée en rhizoïde primaire ; L, perforation d'une cellule par un article qui se prolonge en rhizoïde ; N, zoospores, b, en section optique basilaire ; M, germination de la zoospore.

La germination des zoospores est connue. Contrairement à ce qu'a décrit *Dodel-Port,* la zoospore ne se fixe pas par le pôle cilié, mais elle s'allonge tout d'abord dans le sens transversal. De profil, elle paraît alors légèrement réniforme. Le point oculaire se place alors exactement au milieu et perpendiculairement à la direction de l'allongement. Puis d'une de ses extrémités naît le premier rhizoïde, tandis que l'autre extrémité donne naissance au filament.

On connaît depuis longtemps (Cramer) les microzoospores à 4 cils et 2 cils. Il y a aussi un passage insensible vers les gamètes biciliées. Les microzoospores germent si on les maintient à une température basse (Klebs).

Les gamètes naissent d'ordinaire en plus grand nombre, ils sont biciliées et produisent une zygozoospore 4-ciliée qui s'arrondit et forme une zygote entourée d'une membrane ferme.

La germination après un temps de repos plus ou moins long se fait ordinairement après rupture de l'enveloppe. Le contenu se divise en plusieurs zoospores ou spores selon la composition du milieu et la germination se fait directement. Klebs attribue beaucoup d'importance au fait que dans ses observations les cellules filles sont immobiles et qu'elles ne donnent pas à la germination un rhizoïde comme cela a été décrit par Dodel-Port. Mais j'ai pu observer qu'il y a à ce sujet des variations considérables.

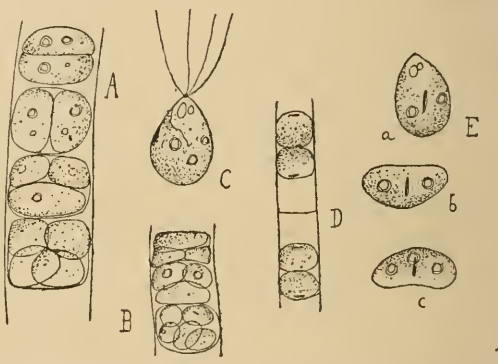


Fig. 184. *Ulothrix zonata.* A, filament moyen en zoosporulation ; B, id. plus avancé ; C, zoospore ; D, filament mince en zoosporulation ; E, zoospore arrêtée, b, c, début de la germination (lac de Genève, hiver).

Les gamètes sont capables de germer parfois sans copulation. J'ai observé le même phénomène chez les Ulvacées, le Monostroma, etc.

En résumé, il existe dans ce genre :

1° des zoospores de grandeur variable à 4 cils, naissant isolées, par deux ou plusieurs dans une cellule et germant directement en filaments. Leur germination peut se faire d'ailleurs directement, hors des cellules, lorsque pour une raison ou l'autre elles n'ont pu émigrer ;

2° des microzoospores qui ne germent qu'à des températures basses au dessous de 10° (Klebs) ;

3° des gamètes biciliées qui conjugent immédiatement après leur émission, mais capables cependant de germer sans copulation ;

4° zygozoospores fusiformes à 4 cils et deux stigma.

Le thalle de ces plantes peut se transformer par toute sorte de modifications en hypnospores. C'est surtout aux endroits exposés aux ardeurs du soleil que ce développement est manifeste.

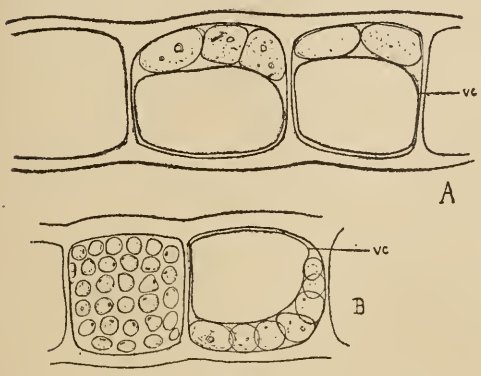


Fig. 185. *Ulothrix zonata*: deux tronçons. A, en zoosporulation, B, gamètipore ; vc, vasuole (lac de Genève (juillet).

Le premier type est celui où les filaments ont promptement épaissi leur membrane. Il y a ainsi production d'hypnocystes. Dans un second stade le contenu s'est séparé de la paroi ; il s'est rempli d'huile et a pris une coloration rouge brique. Dans quelques cas, il se produit 2 ou 4 spores. Les cellules sporifères du filament se séparent les unes des autres et conservent leur forme cylindrique, enveloppant les hypnospores.

Enfin, de curieux états gélifiés ont été tout d'abord décrits par Cienkowski. Les parois externes se gélifient en même temps que les transversales. Par division dans les divers sens naissent des stades palmelloïdes curieux.

On a établi pour certains états gélifiés d'Ulothrix indéterminés le genre *Hormospora*. Ce sont surtout les espèces à filaments étroits qui subissent cette gélification particulière (Gay). La comparaison avec les échantillons types de Brébisson rend plus que probable cette assimilation (Gay).

Dodel, dans son mémoire classique, a distingué dans une même récolte ou à des moments variés diverses formes de filaments :

1° filaments toruleux végétatifs ;

2° filaments articulés à microzoospores, c'est-à-dire des filaments chez lesquels on peut encore reconnaître les cellules primitives qui ont subi par division intercalaire une multiplication répétée ;

3° des filaments non articulés à macrozoospores, c'est-à-dire où le contenu de chaque cellule se divise en deux zoospores, rarement se différencie en une seule zoospore ;

4° des filaments à micro- et macrozoospores ;

5° des filaments végétatifs jeunes à contour lisse et cylindrique ;

6° de jeunes filaments articulés.

Tandis que pendant les premières phases les cellules sont plus longues que larges, durant la croissance active intercalaire cette disposition

est renversée. Il en est de même de la proportion du chromatophore par rapport au reste de la cellule. Il y a donc ici une variabilité extrême.

Le plus souvent les filaments reproducteurs ont leurs cellules courtes, mais il y a des exceptions. Quant aux zoospores, il y a une variabilité extrême. Il y a de grandes macrozoospores formées isolément ou par deux dans des filaments épais, ou de petites macrozoospores formées isolément dans les cellules de filaments extrêmement étroits. Toutes les formes se rencontrent dans une même récolte en hiver. Tout cela dépend d'une infinité de facteurs qu'il est impossible de démêler dans la nature.

Ordinairement, la production des zoospores commence au sommet du filament pour progresser vers la base; mais il peut y avoir aussi des variantes. Des cellules d'un filament, celles du bas sont le plus souvent stériles, à parois épaisses et fonctionnent comme système de résistance.

Les œufs ont besoin d'un temps de repos pour germer. Leur contenu se divise en un certain nombre de zoospores.

On comprend dans le genre Hormococcus (*Hormidium* auct.) plusieurs espèces d'Ulothriciacées aériennes qui possèdent cette particularité de désarticuler facilement leurs cellules et d'avoir comme *Ulothrix* un chromatophore pariétal. Ce dernier est muni d'un pyrénoïde. Le chromatophore laisse libre une partie de la paroi qui paraît ainsi incolore.

L'adaptation au milieu aérien a produit chez cette plante une multiplication par désarticulation des cellules. Que l'algue ait un milieu nutritif trop sec ou peu nourrissant, la désarticulation est facilitée (Klebs). Le décollement se faisant tantôt d'un côté, tantôt d'un autre, il en résulte des lignes zigzaguées. Selon Klebs, cette désarticulation résulterait de l'absence de division alors que la nutrition et la turgescence ont cependant encore lieu. En effet, cette désarticulation cesse dans l'obscurité.

Les zoospores sont biciliées et naissent dans les filaments peu après une division active. Tandis que les cellules végétatives sont 2—3 fois plus longues que larges, les cellules zoosporipares sont isodiamétriques. L'unique zoospore sort par une ouverture latérale de la membrane. On peut la voir s'étrangler en passant à travers cette perforation. D'après Klebs, cette zoospore ne serait pas radiairement constituée, mais asymétriquement.

Le point oculaire rouge manque, mais il y a deux vacuoles. Le mouvement de ces zoospores est très particulier; elles sautillent

tantôt vers la droite, tantôt vers la gauche, un peu comme cela a été décrit pour la flagellée Bodo. Ce caractère permet de reconnaître facilement ces zoospores.

A la germination, il se produit directement un nouveau filament sans rhizoïde.

Les hypnocystes sont simplement des cellules désarticulées qui ont pris par dessication lente du milieu nutritif une membrane plus épaisse, et se sont remplis d'amidon et d'huile.

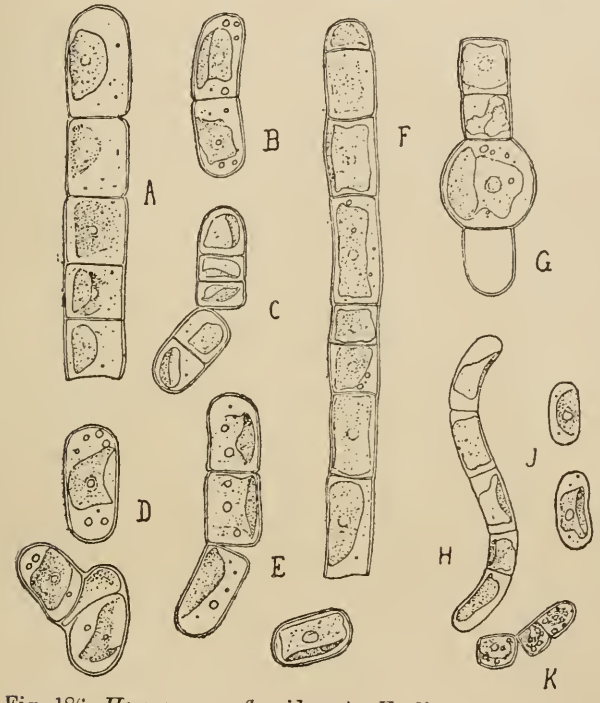


Fig. 186. *Hormococcus flaccidus*, A—K, divers stades filamenteux, plus ou moins en désarticulation (Murs de la Grande Boissière Genève).

On sait depuis longtemps que des filaments desséchés de cette plante résistent longtemps et reprennent vie dans des conditions favorables.

Mais ces hypnospores sont surtout aptes à disséminer la plante; emportées par les courants de l'air, elles germent souvent très loin de leur point de départ

L'espèce la plus répandue est *H. flaccidus.* La systématique de ce genre est toute à faire.

Les cellules désarticulées sont des états stichococcoïdes que l'on a souvent pris pour le vrai *Stichococcus.*

Enfin, ces états dissociés peuvent dans les vieilles cultures épaissir leurs membranes, qui deviennent stratifiées et prennent par leur inégal développement une disposition souvent bizarre.

C'est ici que vient se placer le genre *Gloeotila* Kütz, récemment étudié par Borzi. Ce n'est, en somme, qu'un *Hormococcus* sans pyrénoïde à chromatophore en plaque et pouvant se désarticuler en éléments stichococcoïdes.

Par division active, les cellules allongées deviennent cellules mères d'une zoospore mise en liberté par dissolution de la membrane.

Le genre *Uronema* semble réunir les caractères des Ulothriciacées avec ceux des Chétophoracées. Ses filaments non ramifiés, comme ceux de l'*Ulothrix*, sont cependant terminés en pointe, comme cela arrive aux rameaux dépourvus de poils des *Stigeoclonium* et des *Chaetophora*. Le filament est fixé au substratum (des Confervées) par un disque qui paraît être le produit d'une excrétion. Les cellules sont cylindriques, sauf la terminale et la basilaire. Le chromatophore d'un vert vif est en plaque pariétale formant un anneau irrégulièrement déchiqueté. Il y a ordinairement deux, rarement un chromatophore. Celui-ci correspond au plus haut degré au chromatophore de *Chaetophora*.

Il se forme une zoospore par cellule; elle a un point oculaire rouge

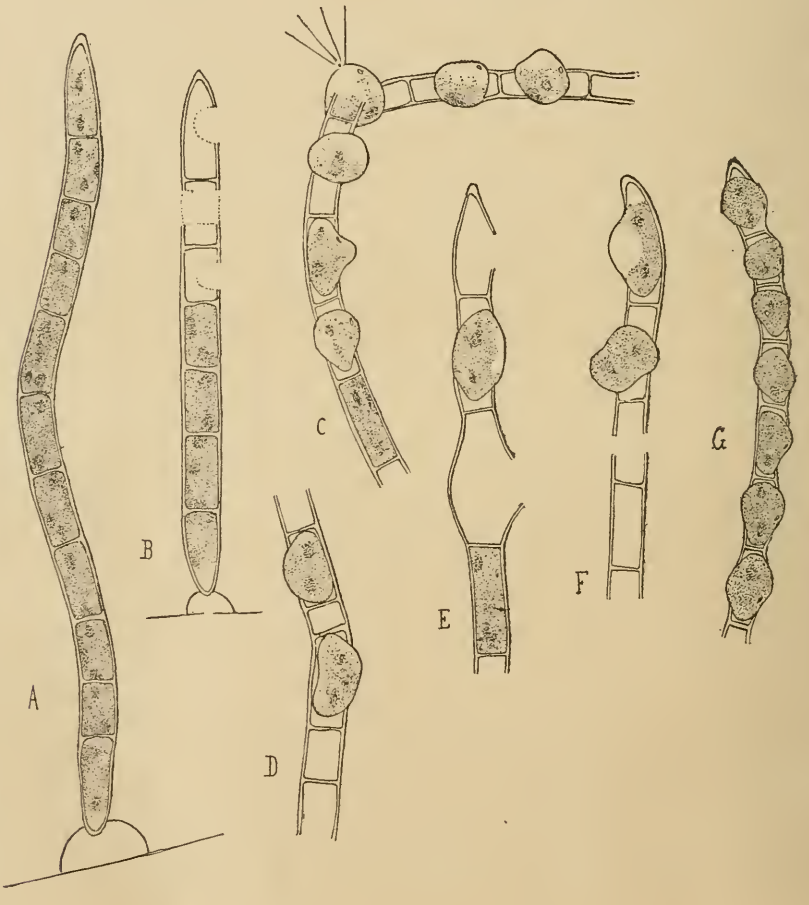


Fig. 187. *Uronema confervicolum* (d'après Lagerheim). A, filament fixé par un disque muqueux; B, id., mais cellules supérieures vidées; C, émission des zoospores; E id.; F, id.; G, id.

et 4 cils et s'échappe par une ouverture circulaire latérale. Rarement il s'en forme deux dans quelques cellules.

La zoospore germe en se fixant par son pôle antérieur et se développe immédiatement en un filament d'*Uronema*.

Des aplanospores naissent par le fait que les zoospores ne s'échappant point, elles germent dans la cellule mère qu'elles font éclater. Ceci se passe comme chez *Chaetophora*.

L'espèce décrite a reçu le nom d'*Uronema* [1]) *confervicolum* Lagh. Une seconde espèce, l'*U. simplicissimum* (Reinsch sub. Stigeoclonio), qui rappelle encore plus les Chétophoracées, se termine en poil. Les zoospores s'y forment par deux ou plusieurs dans chaque cellule.

Il est évident que ces deux plantes rappellent autant les *Chétophoracées* que les *Ulothriciacées*. D'ailleurs, l'usage qu'ont la plupart des algologues de séparer nettement ces deux familles et de faire entrer dans les Ulothriciacées les Confervées, qui ont d'autres affinités, me paraît malheureux. Ces deux familles ne sont, comme les Pleurococcacées d'ailleurs, que des sous-séries d'un ensemble naturel.

Ulothrix Kütz. (1836).

Alg. Dec. n° 144; *Hormiscia* Fries (1835). Flora scanica, p. 327.

Filaments simples non terminés au sommet en un poil allongé, fixés à leur base par un rhizoïde simple ou ramifié unicellulaire; chromatophore pariétal à un ou plusieurs pyrénoïdes; zoospores quadriciliées; gamètes biciliés.

Il n'y a jusqu'à présent qu'une seule espèce bien étudiée, c'est

U. zonata Kuetz.

Phyc. general. 251, tab. 80; Dodel-Port, Ul. zonat l. c., t. 31—38. *U. bicolor* (Eng. bot.) Ralfs. Exsicc. n° 13.

Description comme cela a été indiqué dans la partie générale.

Filaments fixés puis librement nageants, 5—30 cm. long., muqueux épais de 10—72 μ., égaux ou à peu près égaux sur toute leur longueur d'un vert gai ou jaunâtre.

Membrane ordinairement épaisse, ordinairement distinctement zonée.

Très commun dans les eaux douces, formant sur les pierres submergées de nos lacs des chevelures soyeuses d'un vert gai pendant toute l'année.

---

[1]) Lagerheim, Note sur l'Uronema, Malpighia 1887.

Les autres espèces ne sont pas étudiées scientifiquement. On ne les distingue que par la dimension de leurs filaments et la longueur de leurs cellules.

U. subtilis Kützing.

Filaments d'un vert gris ou pâle; membrane non zonée, mince. Epaisseur des cellules, 4—10 μ.; longueur égale ou 1—2 fois plus forte.

Commune dans les eaux courantes et stagnantes :

Samaden (Brügger). Environs de Genève, dans les mares et les ruisseaux, commune (Théobald, Chodat); Zurich (Brügger).

U. æqualis Kütz.

Filaments jaunâtres; membrane épaisse, souvent zonée. Epaisseur des cellules, 12—18 μ.; longueur égale ou plus forte.

Sources et ruisseaux des environs de Genève (Théobald, Chodat).

U. tenuis Kütz.

Filaments verts, fixés en gazons de 1—8 cm.; membrane mince; cellules 17—26 μ.; $^1/_4$ à 1 fois plus longues.

Mêmes stations.

Amden am Wallensee (Brügger).

On a décrit un grand nombre d'espèces, mais toutes sont si mal caractérisées qu'elles ne doivent pas être prises en considération.

Une monographie de ce genre s'impose, mais elle ne pourra être faite qu'à partir de cultures comparées aux états qui se rencontrent dans la nature.

Hormococcus Chodat.

Hormiscia Fries. p. p.; *Ulothrix* Kütz. p. p.; *Hormidium* Menegh. p. p.; *Hormidium* Klebs, Fortpflanz. der Algen und Pilze, 326.

Filaments aériens se désarticulant souvent en cellules isolées ou en fragments paucicellulaires égaux, mais arrondis à leurs extrémités. Chromatophore pariétal laissant ordinairement un côté de la cellule incolore; un pyrénoïde au centre.

Multiplication ; par segmentation; par akinètes; par zoospores produites dans des filaments qui se sont rapidement divisés ; une zoospore par cellule biciliée, dorsiventrale à deux vacuoles et sans stigma.

Ce genre est tout aussi mal connu qu'*Ulothrix*.

Il n'y a guère que les expériences de Klebs qui ont donné des résultats précis. Toute la synonymie est très embrouillée. Pour éviter de faire une classification peu pratique, je résumerai sous un même nom (espèce générale — Sammelspecies) les formes qui, *morphologiquement*, peuvent être confondues.

H. flaccidus (Kütz.) Chod.

α. *Flaccida; Hormiscia flaccida* Lagh. Flora, 1888.

Filaments longs ou disséqués en tronçons uni- ou paucicellulaires; diamètre, 6,5—8 μ. — Produit des zoospores lorsqu'on la met dans l'eau à l'obscurité ou lorsqu'elle est transportée de l'air humide dans l'eau (Klebs).

β. *nitens. Hormidium nitens* Menegh.

Ne diffère pas ou peu morphologiquement de la précédente, sinon par un diamètre plus faible, 5,5—7 (Klebs), mais cultivée elle forme à la surface des milieux liquides une peau soyeuse que ne donne pas la précédente. Elle produit difficilement ou pas de zoospore du tout.

γ. *dissectus* (Gay) l. c. 78. *Stichococcus dissectus* Gay.

Diffère de la précédente par ses filaments désarticulés en tronçons, à cellules géminées ou solitaires. Diam. 7—8 μ; cellules égales ou plus longues que larges.

Pas de zoospores.

δ. *bacillaris* (Nægeli). *Stichococcus bacillaris*[1]) Nægeli; *St. minor* Braun.

Filaments désagrégés, tronçons à cellules solitaires ou géminées, rarement plus allongés. Diam. 1,5—5, ordinairement 4 μ; cellules subégales ou $1\,^1/_2$—3 fois plus longues (pas de zoospores).

Il ne faut pas confondre ce *Stichococcus* avec ceux qui se forment dans l'évolution de *Pleurococcus Naegelii* et qui sont sans pyrénoïdes.

Toutes ces formes se rencontrent sur la terre, les troncs d'arbres, les polypores humides, etc.

Genève, Bâle (Klebs), etc.

ε. *fragilis* (A. Braun). *Arthrogonium fragile* A. B. Rabh. Alg. 2470.

Filaments longs ou courts, pluricellulaires ou disséqués dans un mucus gélifié; cellules allongées 4—5 fois plus longues que la largeur, qui est de 5—10 μ.

Sur les parois des serres. Genève, mélangée au *Palmellococcus miniatus*, etc. Gay (v. l. c. 78).

---

[1]) Le *Stichococcus bacillaris* paraît d'après nos cultures pures une espèce bien distincte.

Le genre *Gloeotila* Kütz., étudié par Borzi, doit se placer ici, ses cellules sont étroites; le chromatophore en plaque pariétale dans une cellule allongée; lors de la multiplication, les zoospores sortent par dissolution des membranes.

C'est également ici que doit se placer une algue planktonique, le *Gl. spirale* Chod., que *Lemmermann* avait considéré comme un *Lyngbya*.

Les cellules sont dépourvues de pyrénoïde et les filaments très constamment spiralés. (Fig. 147).

(Etang du Danemark).

Hormospora Breb. (1840).

Mem. Soc. Falaise 1840 et Ann. sc. nat. 1844, 25; Nægeli Einzell. Alg. 77.

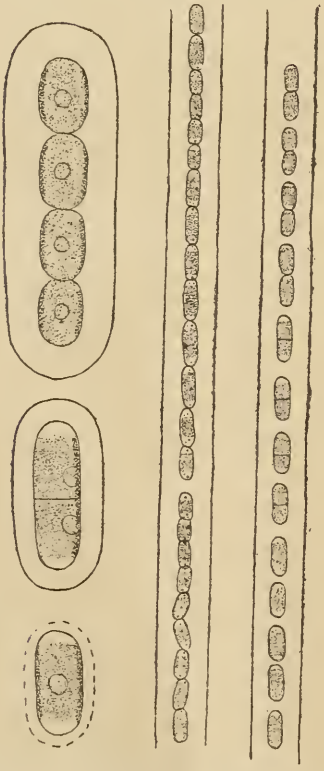


Fig. 188. *Hormospora mutabilis* (d'après Naegeli). Filaments à des grossissements divers (100—600 diam.)

Filaments simples entourés d'une gaîne gélifiée épaisse tubuleuse, librement nageants, rarement fixés par un disque muqueux; cellules oblongues ou elliptiques; chromatophore pariétal indistinct à un pyrénoïde, granulations huileuses, éléments éloignés les uns des autres par gélification des membranes moyennes ou adhérents par leurs pôles.

Ce serait, selon Cienkowski, un état palmelloïde d'*Ulothrix*. Gay qui a examiné des échantillons authentiques de Rabenhorst, a trouvé tous les passages entre le *Hormospora* et des *Ulothrix* normaux. On sait d'ailleurs que les *Ulothrix* passent facilement par un état semblable.

Hormospora minor Naegeli. Einzell. Alg. p. 78, t. III, B.

Caractère du genre; chromatophore en anneau équatorial; diam. des cellules 2—10 μ., long. 3—14 μ., tube gélifié, diam. 8—18 μ. (Genève, dans nos cultures).

Radiofilum Schmidle (1894).

Aus der Chlorophyceen-Flora der Torfstiche zu Vinrheim, Flora 1894, p. 47.

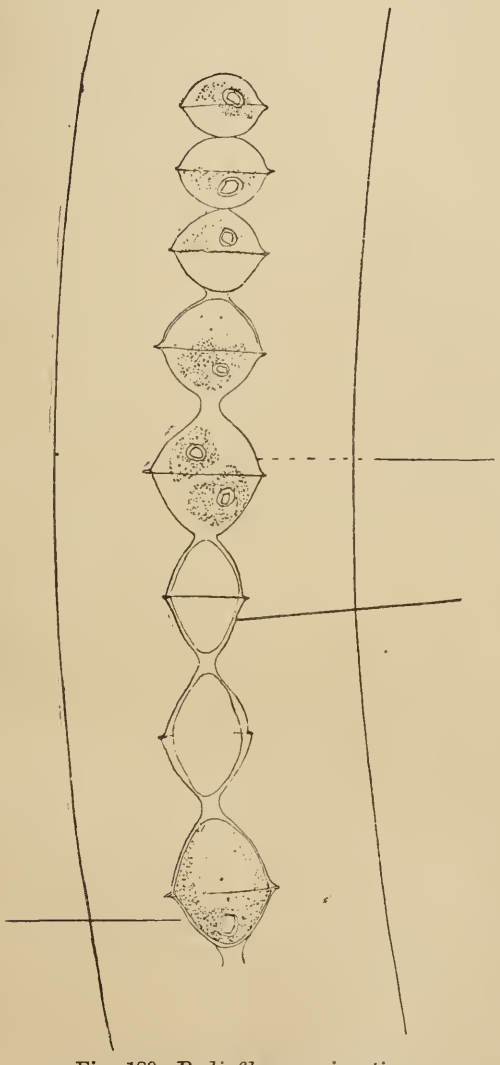


Fig. 189. *Radiofilum conjunctivum* (Pinchat, Genève).

Filaments simples entourés d'une gaîne muqueuse tubuleuse, librement nageants; cellules arrondies ou ellipsoïdes, sublenticulaires réunies par un pont étroit ou séparées et distantes, formant ainsi des filaments moniliformes nostocoïdes; chromatophore unique à un pyrénoïde; membrane formée de deux parties (comme chez les Desmidées) qui s'écartent lors de la division à la façon des conferves.

Multiplication: par division intercalaire précédée de la multiplication des chromatophores et des pyrénoïdes.

Le *Hormospora irregularis* Wille (Ploen v. 1897) et le *Hormospora transversalis* Moeb. (Austr. Sussw. alg. II, Senckb. nat. Gesells. XVIII, 1894), semblent être des formes ou des espèces de ce genre.

Radiofilum conjunctivum Schmidle, l. c. Tableau VII, f. 4 et 5. Caractère du genre. Diamètre des cellules 6 μ., longueur 6—7 μ.

Le *R. apiculatum* de West (New. Am. Alg., Journ. of. bot. 1895, p. 52) dont la dimension est semblable ne me paraît qu'une forme du précédent. J'ai en effet constaté sur le même filament tous les stades compris par ces deux espèces (voir Bohlin, l. c.) Fossés de Vessy p. Genève 1899 (juillet).

Uronema Lagh. (1887).

Nouv. genre de Chlorozoosporacées, Malpighia. Tab. XII, 518, 1887. Fig. 1—10.

Filaments simples, nus, fixés à la base, à cellule apicale acuminée, la basilaire atténuée. Membrane cellulaire mince. Chromatophore en plaque pariétale à deux pyrénoïdes.

Multiplication : par zoospore unique ou double par cellule, à 4 cils et à stigma subapical ; aplanospore provenant de la transformation de la zoospore.

U. confervicolum Lagh.

Filaments isolés longs de 1 mm. ; diam. des cellules 4—6, long 10 – 18 μ.

N'a pas encore été rencontrée en Suisse.

Cylindrecapsa Reinsch (1867).

Algenflora d. mittl. Franken pg. 66 ; Cienkowski, zur Morphologie der Ulothricheen (Bull. de l'Acad. d. sc. de Saint-Pétersbourg 1876, T. 22).

Thalle filamenteux simple à cellules disposées en une seule série sauf à l'état fortement gélifié et zoosporipare, d'abord fixé, puis librement nageant ; membranes ordinairement épaisses stratifiées ; cellules disposées comme chez un *Hormospora*, se divisant de la même manière ou comme *Radiofilum*. On y voit souvent les cellules disposées par paire, ovales ou subtriangulaires, connées par leur face large et plane ; chromatophore pariétal à un pyrénoïde.

Multiplication : par zoospores formées isolément dans chaque cellule ou par deux ou quatre, ovales ou arrondies, pourvues d'un stigma rouge de deux cils et de deux vacuoles contractiles ; elles sont expulsées à la façon d'*Oedogonium* — par gamètes : cellules anthéridiales résultant d'une division active, disposées en une série ou en deux à quatre séries par segmentation longitudinale, donnant naissance à deux anthérozoïdes émis de la même manière que les zoospores et de même structure, jaunâtres ou jaunes — cellules ovigènes indivises se renflant beaucoup, à membrane fortement gélifiée et stratifiée s'ouvrant par un pore latéral. Membrane de l'oospore lisse ; contenu coloré en rouge. Cienkowski a constaté des œufs parthénogénétiques, par des hypnocystes qui restent verts.

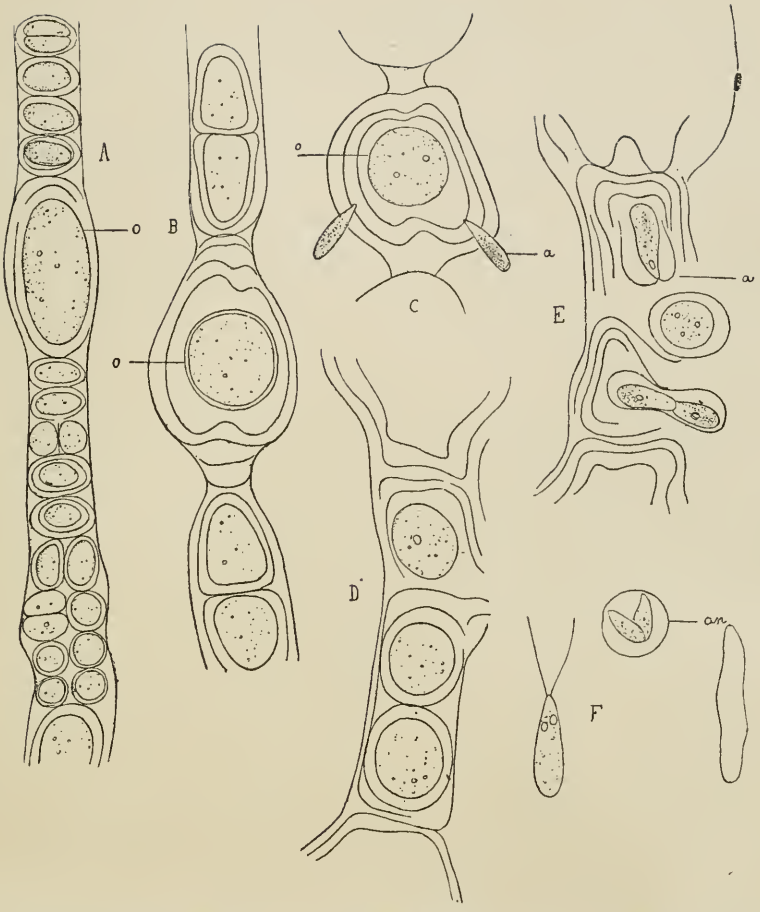


Fig. 190. *Cylindrocapsa involuta.* — A, filament gélifié, à cellules divisées longitudinalement et un œuf en voie de formation; B, filament à cellules types interrompues par un œuf; C, oosphère approchée par deux anthérozoïdes; D, filament à zoospores; E, émission de gamètes mâles; F, anthérozoïdes.

C. involuta Reinsch, l. c. pg. 66.

Caractères du genre. Cellules végétatives épaisses de 23—30 μ.

On a décrit encore trois autres espèces qui sont encore mal définies: *C. nuda* Reinsch. qui n'est guère qu'un état de *C. involuta*, le *C. geminella* Wolle F. W. A. of the U-S., caractérisée par ses filaments plus toruleux, le *C. amoena* Wolle l. c. à filaments non toruleux, plus raides, brillants, surtout les parois de segmentation plus étroits (7—12 μ.) Ce genre n'a pas encore été rencontré en Suisse.

Pleurococcacées.

Thalle unicellulaire globuleux ou pluricellulaire en paquets quadricellulaires ou pluricellulaires produisant parfois ou normalement des filaments ramifiés pauci-cellulaires jamais terminés en poils, rampant et constituant un lacis ou un pseudo-parenchyme, ou dressé sans thalle apprimé et fortement ramifié, ou dichotomique. Chromatophore unique pour chaque cellule, ordinairement en plaque, avec ou sans pyrénoïde (rarement); un noyau par cellule.

Multiplication:

α. par désarticulation des cellules du thalle (akinète).
β. par spores (*Pleurococcus*).
γ. par zoospores biciliées (*Pleurococcus* p. p., *Gongrosira*).
ε. par gamètes biciliées (*Pleurococc. vulgaris*).

Thalle ordinairement uni ou pauci-cellulaire; cellules disposées par deux, 4, 8, 32; thalle filamenteux rare; ordinairement pulvérulent	*Pleurococcus.*
Thalle différencié en cellules rampantes formant un pseudo-parenchyme et en cellules dressées en filaments à ramification dichomique. Plantes épilithes ou cariantes ou incrustantes; cellules des filaments dressés d'une seule sorte	*Gongrosira* Kütz.
Cellules des filaments dressés de deux sortes plus ou moins en alternance (longues et courtes)	*Chlorotylium* Kütz.
Thalle à filaments *perforants* minces allongés pénétrant dans le substratum (coquille de Lamellibranches); cellules externes beaucoup plus robustes, à membranes plus épaisses	*Foreliella* Chod.

Pleurococcus Meneghini 1842.

Monograph. Nostoch. p. 30 ex. parte. Nægeli, Einzellige Algen, 64; Gay, Algues vertes, 89; Famintzin Bull. de l'acad. imp. des sc., Petersburg, XVII, 1872; Artari, Entwicklung und Systematik einiger Protococcoïdeen, Bull. soc. imp. des naturalistes de Moscou, 1892, pg. 25; Snow, Annals of Botany, vol. XII, 1899.

Historique : Ce genre a été créé en 1842 par Meneghini pour une plante croissant sur les troncs, les murs, la terre humide, c'est-à-dire à l'air libre. Il forme dans ces localités un enduit verdâtre souvent pulvérulent. Les cellules sont solitaires, arrondies ou polyédriques par compression ou réunies en familles de 2 à 32 cellules subglobuleuses ou cubiques.

Une partie des dessins donnés par cet auteur ne correspondent pas au Pleurococcus tel qu'il est compris aujourd'hui. En effet, les fig. données comprennent également des Cyanophycées. On doit à M. Borzi d'avoir en partie élucidé l'énigme du *Pleurococcus vulgaris* Menegh. Cet auteur a fait connaître que la plante décrite par l'algologue de 1842, possède un pyrénoïde dans son chromatophore.

Cette constatation est capitale et nous permettra de sortir du dédale que présentent les formes de ce type.

En 1849, Nægeli reprend ce genre dans lequel il fait rentrer *Pleurococcus vulgaris, Pleurococcus dissectus, Pleurococcus miniatus* (Kuetz.) Næg. J'ai indiqué déjà que cette dernière espèce constitue un type spécial assez éloigné de *Pleurococcus* car on n'y voit jamais se former les thalles 4 ou pluricellulaires caractéristiques pour ce genre.

Nægeli indique très clairement que son *Pleurococcus vulgaris* comme d'ailleurs le *Pl. dissectus* n'ont point de pyrénoïde.

On sait que Nægeli a noté avec beaucoup de soin la présence ou l'absence du pyrénoïde chez les algues inférieures ; il est donc certain que la plante considérée par Nægeli est différente de celle de Meneghini.

Gay en 1891 a étudié le *Pleurococcus vulgaris*, et comme la plupart des auteurs confond la plante de Meneghini avec celle de Nægeli. Tous ses dessins se rapportent à cette dernière. Il considère cette espèce comme peu variable.

Artari en 1892, reprend cette étude et ajoute à ce genre déjà mal défini par les systématiciens précédents, plusieurs espèces qui ont une toute autre affinité. Il reconnaît que Famintzin a trouvé que parfois *Pleurococcus vulgaris* peut s'allonger en un court filament ; il confirme cette observation mais ne lui attribue aucune importance.

Son travail, inspiré par Klebs ayant été fait pour montrer la constance des algues inférieures, il est dominé par cette idée et ne s'arrête pas à ce phénomène.

La conception systématique de Klebs et d'Artari peut d'ailleurs être jugée par la délimitation qu'ils donnent au genre Pleurococcus dans lequel ils font rentrer l'ancien *Pl. miniatus* à côté du *Pl. vulgaris*, du *Pl. Beyerinckii, Pl. regularis,* qui n'est autre chose qu'une espèce de *Cœlastrum.*

En 1894, j'ai étudié le *Pleurococcus vulgaris* qui croît sur nos arbres

et je suis arrivé à montrer que *P. vulgaris* Nægeli, c'est-à-dire une des formes les plus répandues sur toute espèce de subtratum, muni d'un chromatophore pariétal que j'ai soigneusement dessiné et décrit, est capable de pousser des filaments simples ou ramifiés ; j'ai montré d'une manière évidente, qu'il ne saurait y avoir de confusion, et que la relation génétique des filaments et des paquets pleurococcoïdes était hors de conteste puisque, dans un grand nombre de cas, les deux stades sont en connexion complète. (V. l. c. Tab. 29, f. 1—28).

Je faisais déjà alors remarquer que ce développement s'observe avec autant de facilité chez une autre forme munie d'un pyrénoïde et dont la filiation avec le *Cystococcus* de Nægeli, ne faisait point de doute pour moi. Or, on sait que le chromatophore de *Cystococcus* est légèrement étoilé et muni d'un pyrénoïde. Une échancrure laisse apercevoir une tache claire d'un côté.

Cette formation de filaments et de thalle, je l'avais donc déjà indiquée en 1894 et considéré les deux *Pleurococcus vulgaris* Menegh. et Nægeli comme distincts, puisque j'allais jusqu'à proposer de les mettre dans deux genres distincts (voir p. 614).

Au Congrès de l'Association britannique pour l'avancement des sciences [1]), j'ai repris cette question et combattu l'opinion de Gay, d'Artari et de Klebs, relativement à la fixité de cette espèce (ou espèces).

J'ai indiqué qu'il fallait comprendre sous ce nom, non seulement la *forme* commune sans pyrénoïde, mais aussi celle munie d'un pyrénoïde, ainsi que les formes *Cystococcus* et *Protococcus vulgaris.*

Après avoir décrit en détail les formations qui apparaissent durant l'évolution des *Pleurococcus*, filaments simples ou ramifiés, spores et zoopores, j'ajoutais en note p. 117.

There are certainly *two varieties or species* known under the name of *Pleurococcus vulgaris;* the first with more or less stellate chromatophores and pyrenoïds, which in its *Cystococcus stage* can produce motile spores (*Pleurococcus vulgaris* Menegh. p. p. non Næg.), and the other without pyrénoïds and with less stellate chromatophores, from wich I could not obtain mobil elements (*Pl. vulgaris* Næg. p. p. non Menegh.). In my cultures the two remained quite distinct.

Entre temps, Klebs me prenait à partie à l'occasion de son livre sur la reproduction des algues et des champignons. Il allait jusqu'à supposer, que mes résultats provenaient d'une méthode imparfaite. Je n'aurais pas pris de précautions contre la poussière, et comme cet auteur ne lit pas, il m'attribuait des opinions que je n'ai jamais professées.

---

[1]) Liverpool, 1897.

D'après lui, j'aurais prétendu que *Pleurococcus* pourrait se transformer en un *Stigeoclonium*, ce que je n'ai jamais dit ni pensé.

Il s'élevait également contre la manière peu claire dont je m'exprimais :

« Je disais : Malgré ces productions filamenteuses ramifiées, je ne pense pas que *Pleurococcus* soit un état d'algue supérieure. Je pense qu'il faut le considérer comme un *type* dégénéré par l'habitat et qui peut dans l'eau, et dans des conditions favorables, tendre vers son état primitif.

— J'ajoutais : Néanmoins l'importance de cette découverte ne peut manquer d'échapper à personne un peu au courant de l'algologie. Elle place le *Pleurococcus* à la base des algues filamenteuses dont il est un type simplifié . . . . . les Chroolépidées dans leur ensemble, répètent ce que je viens d'esquisser pour les *Pleurococcus* ».

Pour quiconque sait le français, cela veut dire que je ne considère pas *Pleurococcus* comme un état comparable aux états palmelloïdes des algues vertes filamenteuses, mais comme un type spécial adapté à des circonstances spéciales et notamment à la vie aérienne et symbiotique.

Ces études ont provoqué plusieurs travaux de vérification. M. D. Perz a annoncé au Congrès des naturalistes américains à Toronto, qu'elle avait obtenu les thalles variables et les spores décrites par moi, mais pas de filaments — le prof. Farmer de Londres a, par contre, obtenu les filaments en question.

Enfin, Miss J. Snow a décrit dans Annals of Botany (1899, n° 2), l'évolution de deux soit-disant espèces qui répètent ce que j'ai décrit pour *Pleurococcus vulgaris*. Mais comme l'auteur trouve un pyrénoïde dans le chromatophore, il suppose qu'il n'est pas en présence de la même plante que la mienne.

Je regrette encore que Miss Snow se soit abstenue de lire ce que j'ai publié sur le sujet. Elle aurait trouvé la description complète de ce qu'elle a entrepris de montrer.

J'ai en effet déjà en 1894, insisté sur l'évolution parallèle que présente la forme à pyrénoïde ; à supposer que l'auteur ne lise pas le français, j'ai dans Annals of botany décrit avec suffisamment de détails la même plante qu'elle et j'ai (en note, p. 117) indiqué que cette espèce est le vrai *Pleurococcus vulgaris* de Meneghini et qu'ainsi, si l'on veut séparer les deux formes principales (il en existe d'ailleurs plusieurs), c'est exclusivement la plante décrite par Miss Snow qui doit porter le nom de Pleurococcus et particulièrement celui de *vulgaris*, ainsi que le veut la loi de nomenclature qu'il n'est pas loisible à Mlle Snow d'enfreindre sans de bonnes raisons.

Il n'y a dans son travail rien de nouveau ; il ne fait qu'augmenter la confusion. D'ailleurs, l'auteur qui dit n'avoir vu aucun changement

se passer dans les cellules aurait bien dû nous donner plus de détails sur la forme du chromatophore qui est trop sommairement indiqué.

Il est impossible d'identifier une espèce ou variété critique si incomplètement décrite.

Enfin un autre élève de Klebs confirme mes recherches sur le *Pleurococcus vulgaris* quant à ce qui concerne la production de filaments (Senn. Bot. Zeit 1899).

Je ne connais rien de plus pléomorphe que l'opinion de Klebs et de son école sur ce sujet. Tout d'abord j'aurais négligé le facteur poussière, mes cultures auraient été contaminées ; on m'accuse de réunir *Pleurococcus* à *Stigeoclonium ;* puis on embrouille la question en proposant de créer un nouveau nom de genre pour les formes qui correspondent à celles que j'ai décrites au mépris des lois de la nomenclature et de la simple équité.

L'Ecole n'en décrète pas moins l'invariabilité du *Pleurococcus vulgaris* (duquel ?) certifiée par les cultures de Klebs (dans quelle milieu, pendant combien de temps et combien de fois vérifiée ?). Ce qu'il aurait fallu faire, ç'eût été de différencier les diverses formes, de les comparer dans des cultures nombreuses répétées et variées.

Selon l'état *initial* et le milieu de culture constant, un Pleurococcus peut se maintenir stable, périr si on vient à le transporter dans l'eau et ne donner lieu à aucun polymorphisme. De même font beaucoup d'algues qui sont brusquement mises dans des milieux très différents ou incapables de les solliciter à se modifier.

S'il se confirmait, ce qui n'est pas impossible, que certains *Pleurococcus* (vulgaris) sont incapables de fournir des filaments, il ne s'ensuivrait nullement que j'aie tort. On aurait simplement le terme extrême de la série rétrogradée.

Pleurococcus Meneghini (1842).

Nostoch. p. 38 ; *Protococcus* Ag. Syst. (1824) p. p. ; *Cystococcus* Næg. (1848) ; *Trochiscia* p. p. Kütz. Phyc. germ. (1845) ; *Chlorococcus* Fries ; *Chlorosphaera* Klebs 1883, p. p.

Cellules arrondies, isolées ou divisées en deux ou en 4, formant des thalles subsphériques ou plus ou moins cubiques se désagrégeant facilement. Cellules s'allongeant souvent dans les cultures et dans l'humidité en filaments courts, simples ou ramifiés non terminés en poils.

Thalles ramifiés souvent en rayonnant à partir d'un centre parenchymateux bi-, 4- ou pluricellulaire. Chromatophore variable avec ou sans pyrénoïde.

Multiplication : par segmentation et désarticulation des cellules à

l'air — par spores nées dans une cellule normale ou arrondie — par zoospores biciliées; gamètes facultatifs.

Pleurococcus vulgaris Menegh. l. c.; non Nægeli; *Cystococcus humicola* Nægeli Alg. unicell. 84; *Pseudopleurococcus* Snow. Annals of bot. l. c.

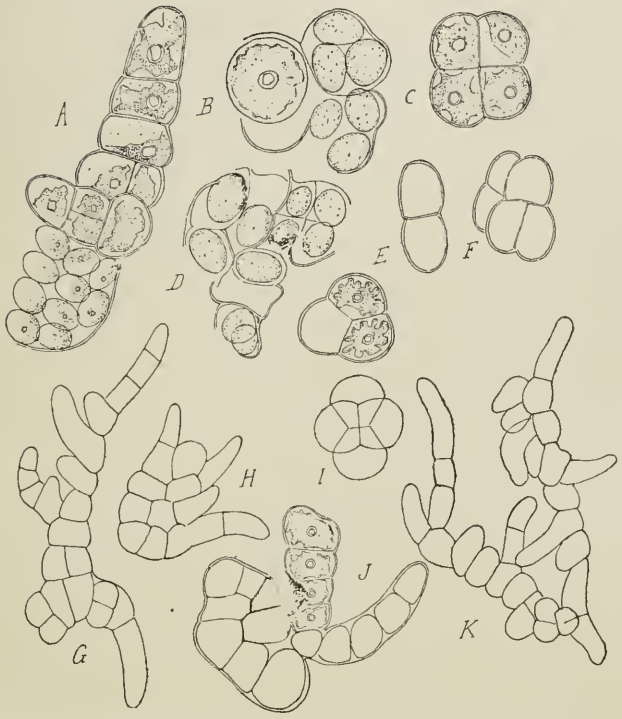


Fig. 191. *Pleurococcus vulgaris* Meneghini. (Promenade des Bastions, Genève. A, thalle en partie filamenteux, en arrière sporifère; B, thalle en voie de sporulation et de rénovation; C, thalle normal, type; D, thalle en voie de rénovation; E, deux aspects du même thalle; F, id.; I, id.: G, H, J, K, thalles filamenteux.

Thalles uni-, bi-, quadri- ou pluricellulaires à cellules disposées en paquets rarement botryoïdes ou cubiques, souvent assez considérables, poussant parfois des filaments à ramifications filamenteuses souvent nombreuses et couvrant tout le thalle de papilles simples ou ramifiées.

Chromatophore en plaque, ou massif, lobé sur toute sa surface et comme grossièrement étoilé sur ses bords, dans les cellules isolées présentant ordinairement une échancrure qui permet de voir le noyau; pyrénoïde central gros, bien développé; chromatophore des cellules allongées irrégulièrement incisé lobé central.

Outre les thalles quadri-cellulaires, plans ou cubiques, on trouve assez souvent dans cette espèce, des groupes de cellules disposées tétraédriquement.

Multiplication: par division et segmentation, par rénovation du contenu de chaque cellule sans division préalable ou après division en deux ou en 4 —, par spores arrondies, 8—16, ou plus nombreuses, nées dans des cellules qui se sont arrondies au préalable et prennent une apparence *Chlorella* ou *Stichococcus* (pyrénoïdes difficiles à voir ou sub-absents).

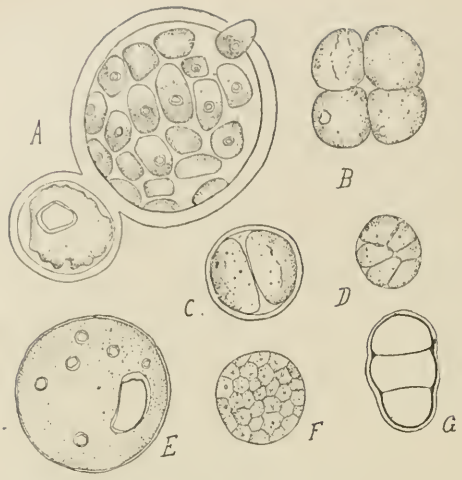


Fig. 192. *Pleurococcus vulgaris* Menegh., non Næg. A., cellules géantes produisant des spores; B, division sans fragmentation du pyrénoïde; C, zoosporange bicellulaire; D, id, 8-cellulaire; E, cellule géante avec multiplication des pyrénoïdes par néo-formation; F, stade Cystococcus; G, les lignes noires indiquent les zones de pectates qui faciliteront le décollement.

une grande dimension ; zoospores ellipsoïdes munies d'un pyrénoïde et d'un chromatophore en plaque; point oculiforme antérieur, deux cils. Gamètes de même grandeur ou plus petits, égaux.

Chlorococcus Beyr., *Chlorophaera* Klebs, *Protococcus* auct., p. p.

3° Stade Pleurococcus—Cystococcus.

Les deux formes sur un même thalle.

Chlorosphaera muralis, nob. p. p.

4° Stade Pleurastrum.

4 cellules disposées en croix ou en tétraèdre ou en corps massif différencié selon 3 directions, tantôt en masse tétraédrique tantôt à cellules faisant saillie ; spores arrondies, ovales, ou zoospores comme les précédentes; thalles unis à des stades *Pleurococcus* ou *Cystococcus*.

1° Stade Pleurococcus.

Cellules disposées par deux ou par 4 en paquets subquadrangulaires; chaque cellule également divisée en 4, ou thalles parenchymateux plus considérables. (Fig. 192, B, 194, O).

2° Stade Cystococcus.

Cellules arrondies, grandes ou petites, isolées ou réunies par deux ou plusieurs, polyédriques par compression.

Multiplication par spores plus ou moins nombreuses ; membrane mince ou épaissie ; spores ou zoospores ou gamètes (v. fig. 192, 193).

Durant la division qui précède la production de zoospores, le pyrénoïde devient souvent indistinct. Sur des planches constamment humides les cellules peuvent acquérir

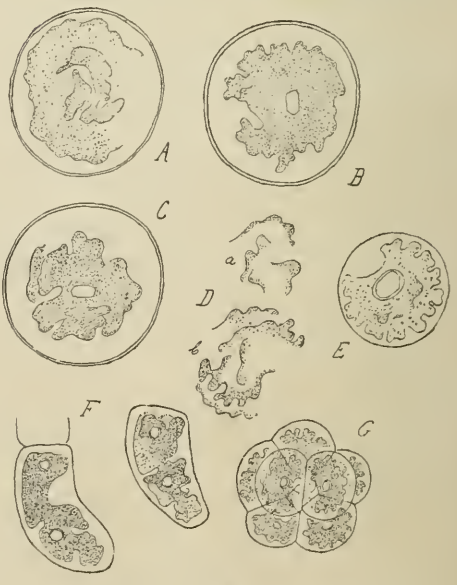


Fig. 193. *Pleurococcus vulgaris* Menegh. — A-D, même cellule, dessins montrant la structure du chromatophore, *sections optiques* successives; E, F, G, divers arrangements de cellules.

Fig. 194. *Pleurococcus vulgaris* Menegh., (dans une station humide sur du bois). — A, Zoosporange; B, Spores; C, D, E, divers stades du zoosporange qui peut passer facilement au sporange; F, G, id.; H, I, zoospore arrêtée; J, sporange; K, h, stades Pleurococcus, passant au stade sporangial; M, N, O, divers thalles; P, cellules à plusieurs pyrénoïdes; Q, id.; R, deux petits sporanges; S, cellule en voie de division.

5° Stade Protoderma.

Thalles plus élargis, irréguliers, à cellules plus ou moins quadrangulaires à membranes plus ou moins gélifiées (fig. 191, A). *Protoderma viride* Kütz. (Borzi).

6° Stade filamenteux.

Celui-ci procède :

1° de la germination des spores,

2° de la protrusion des cellules du stade *Pleurococcus*,

3° de la prolifération des stades *Pleurastrum*,

4° prolifération des thalles *Protoderma* (v. fig. M).

Ce stade si important peut donc naître à chaque moment de l'évolution et s'obtient surtout si l'on maintient les cultures à l'humidité ou dans un milieu liquide.

Murs (ou elle prend souvent une teinte jaune-orangée ou rouge *Chlorosphæra muralis* nob.), rochers et pierres humides, sol humide ; palissades en bois, troncs humides, un peu partout en Suisse.

Pleurococcus Nægelii Chod.

Pleurococcus vulgaris Nægeli, Einzell. Alg. 1849 ; Gay. Recherches sur le développement et la classification de quelques algues vertes, Paris, Klincksieck ; Artari, l. c. ; Chodat. Bull. de l'Herbier Boissier 1894. Tab. 29, f. 1—28.

Pléomorphisme semblable à celui de l'espèce précédente ; absence presque totale de groupes tétraédriques qui sont communs dans le *P. vulgaris* Menegh. ; cellules isolées et Cystococcoïdes plus rares. Chromatophore non central, ne présentant pas de crêtes, en plaque à bords repliés, pariétal, sub-entier, souvent obliquement tronqué ou à bords parfois un peu émarginé par places, mais jamais étoilé ni régulièrement découpé en roue, dépourvu de pyrénoïde ; au stade Pleurococcus 4 cel-

lulaire, les chromatophores semblent occuper les angles externes qu'ils découpent obliquement à cause de leurs bords repliés.

Membrane montrant en général, plus nettement, un double contour, plus réfringente, plus dure.

Fig. 195. *Pleurococcus (vulgaris Næg). Nægelii* nob. — A, B, C, thalles ordinaires; E-H, protrusion des filaments courts; J, production de spores dans une cellule.

1° Stade Pleurococcus.

C'est le plus souvent réalisé; il l'emporte de beaucoup sur tous les autres et paraît parfois exclusif.

A cet état il est, unicellulaire à cellule oblongue, bi-cellulaire à cellules subhémisphériques, subdolioliformes ou en paquets de 4—8—16 cellules assez régulièrement disposées; à cet état, dans des conditions suffisantes de sécheresse et de lumière, les thalles se désagrègent et la plante retourne au stade unicellulaire; elle se multiplie par rénovation de chaque cellule après rupture de la cellule mère (v. fig. J), ou division successive avec production de spores arrondies ou ellipsoïdes dans des sporanges qui ont encore conservé la forme de la cellule mère ou qui s'en rapprochent, plus rarement en formant des cellules Cystococcoïdes.

2° Stade filamenteux.

1° Naît aux dépens des cellules isolées; ils sont 3—5 cellulaires.

2° Aux dépens des paquets typiques; on voit sortir les filaments du petit thalle; tantôt c'est une seule cellule qui prolifère, tantôt plusieurs (fig. E, G, H, I).

Il est beaucoup plus rare de trouver des états Protoderma à filaments nombreux et qui hérissent toute la plante de papilles plus ou moins longues, comme cela est chez le *Pleurococcus vulgaris* Menegh.

3° Stade Trochiscia.

Déjà les paquets types peuvent prendre une membrane papilleuse, échinulée ou verruqueuse (v. fig. A-E, fig. 196) des cellules qui se détachent peu-

vent exagérer cette disposition et devenir semblable au *Trochiscia protococcoïdes* Kuetz (Phyc. german. p. 129).

Espèce très commune sur les troncs, les Polypores, les pierres humides, etc.

A cette espèce, je rattache deux formes, l'une provenant d'un tuf dans la gorge du Taubenloch près de Bienne, l'autre du sol de la grande serre du jardin botanique de la Ville de Genève.

Var. microthamnioïdes.

Stade Pleurococcus comme chez le précédent, produisant des chromatophores pariétaux à bords repliés. Etats bi-cellulaires ou filamenteux courts semblables. Par désarticulation, des cellules arrondies sont détachées, qui deviennent sporanges à 4—8—16 spores arrondies, semblables aux précédentes. Par une croissance inégale accompagnée de subdivision se forment des micro-thalles, qui ont ceci de particulier, que leurs cellules marginales sont parfois prolongées en un bec. Des états Pleurococcus naissent comme cela a été indiqué pour les deux espèces précédentes des thalles filamenteux à cellules assez allongées, ramifiées à la façon d'un *Microthamnium* mais rampants; parfois les filaments se ramifient par pseudo-dichotomie (fig. 197).

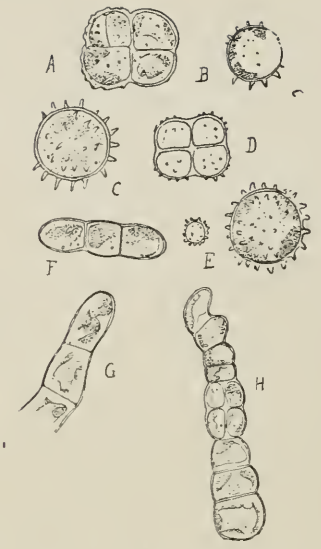


Fig 196. *Pleurococcus Nægelii* Chod — A, stade ordinaire à membrane un peu echinulée; B, C, D, E, stade Trochiscia; F, G, H, filaments.

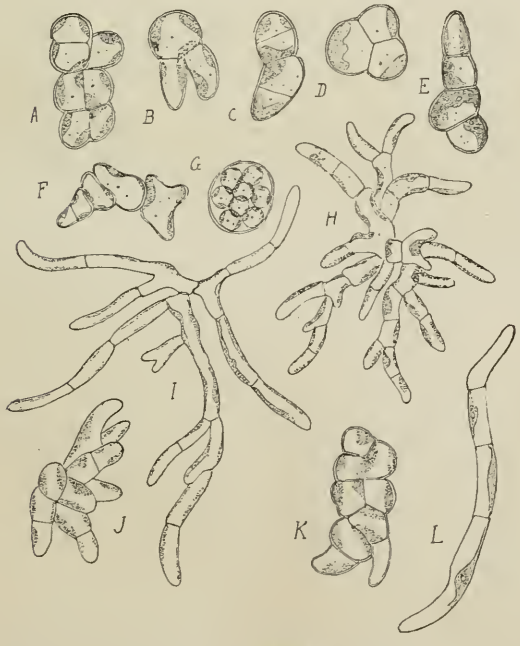


Fig. 197. *Pleurococcus vulgaris* Næg. — A-F., thalles divers; A, forme ordinaire; G, sporange; H-L, divers stades dans la production des filaments. (Serres du Jardin botanique, sol).

Il m'a semblé apercevoir ici et là une ébauche de pyrénoïde. Dans tous les cas le chromatophore est semblable à celui de l'espèce précédente.

En cultivant le *Pleurococcus Naegelii* de Bienne dont l'arrangement des cellules et la structure du contenu ne

différait en rien de celui du *P. Nægelii* type, j'ai obtenu les mêmes formations que précédemment mais en plus des états gélifiés curieux qui correspondent assez exactement à ce que Borzi a décrit sous le nom de Hormotila. L'auteur sicilien a découvert ce nouveau genre dans la mousse humide.

Fig. 198. Etat hormotila d'un *Pleurococcus*. — D, E, F, H, J, C, B, A, stades divers aboutissant finalement à la production de pieds gélifiés.

Ici les cellules gélifient tout d'abord les membranes des états pleurococcoïdes (fig. B, E, F, H, C), chacune des cellules peut proliférer comme il a été dit pour le stade ramifié, mais cette prolifération est accompagnée de la production d'une gelée abondante, produite en arrière de la cellule qui s'allonge et qui est ainsi soulevée par un pied hyalin.

On finit par obtenir des arbuscules, dont les branches radiantes gélatineuses sont terminées par une ou deux ou plusieurs cellules allongées (fig. A).

L'origine de ces pieds est facile à comprendre et se laisse admirablement étudier au moyen du bleu de méthylène.

J'ai obtenu ces stades Hormotila aux dépens de plusieurs cellules du *Pleurococcus Naegelii*, mais jamais d'une manière aussi parfaite que pour cette forme du tuf de Bienne.

Pleurococcus lobatus nob.

Cette forme que j'érige provisoirement au rang d'espèce, est encore dépourvue de pyrénoïde ; examinée superficiellement, elle ressemble au *Pl. Naegelii* nob., mais produit des colonies moins régulières que celle-ci.

Fig. 199. *Pleurococcus lobatus* nob. (Rue de Candolle, Genève). Thalles divers, diverses apparences du chromatophore : on voit dans une figure E, le noyau.

Il y a surtout une tendance à la désagrégation et à arrondir les cellules. Dans les stades Pleurococcus, la disposition quadrangulaire est moins persistante ; ce qui la caractérise mieux, c'est son chromatophore pariétal à bords lobés ou plus ou moins profondément découpé, mais néanmoins bien nettement en plaque pariétale ; cette dernière est parfois perforée à jour (fig. E).

Elle ne produit que très rarement des filaments et semble beaucoup plus stable que les deux types précédents.

Sur des arbres de la rue de Candolle, Genève.

Etat Hormotila d'un Pleurococcus. (*Dactylothece Braunii* Lagh. p. p. sur les murs des serres ?)

On trouve contre les murs des serres des états Hormotila bien caractérisés. Celui que je décris, formait des thalles gélatineux de la grosseur d'une prune ; les cellules ellipsoïdes étaient immergées dans une gelée composée évidemment de leurs pieds confluents.

Chaque cellule entourée d'une auréole gélifiée, statifiée, se comporte tout d'abord à la façon d'un *Urococcus*, c'est-à-

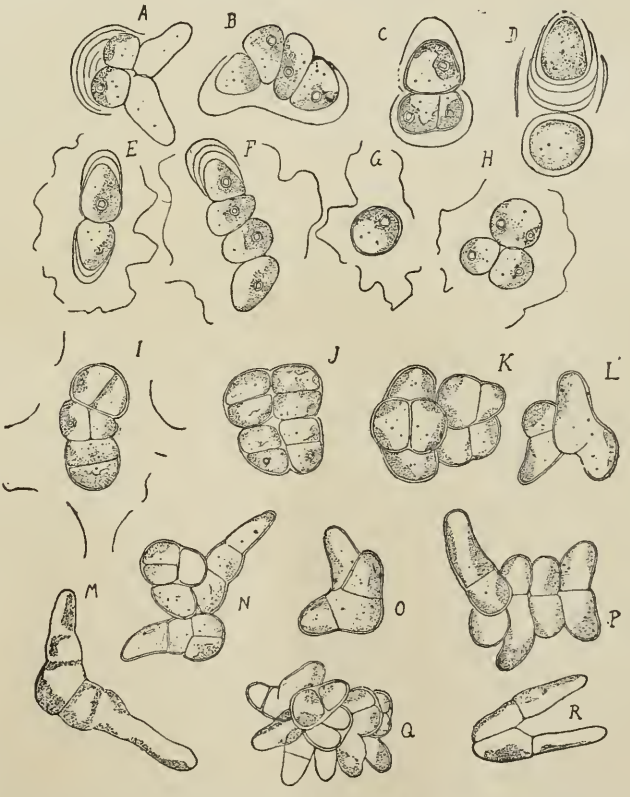


Fig. 200. *Hormotila* sp. (*Pleurococcus* sp.) — A-R, stades successifs du développement ; on voit la gelée rompue par le développement des thalles, issus de cellules gelifiées et arrondies comme D.

dire secrète plus fortement sa membrane d'un côté ; ce pied rudimentaire présente souvent une stratification distincte, comme autant d'écailles superposées, mais finalement la gelée s'uniformise et les cellules sont portées sur des pieds déjà décrits pour le *Pl. Naegelii* de Bienne ; la ramification s'y fait également de la même manière. Les cellules peuvent également passer par un stade *Schizochlamys* ou la membrane est rompue en plusieurs écailles qui entourent les cercles concentriques de gelée formée par l'algue.

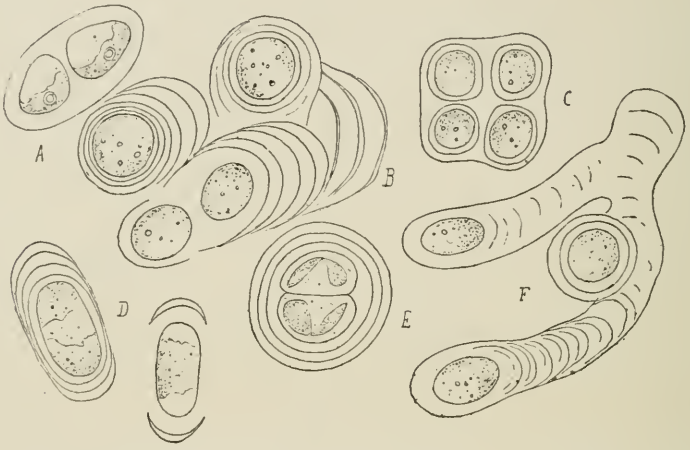


Fig. 201. *Etat Hormotila* (provenant du même que 2(0). — A et C, deux thalles peu gélifiés; D, E, B, F, stades successifs et production des pieds.

Mis en culture sous le microscope et autrement, sur plaque de porcelaine non vernie, ces cellules Hormotila ont germé. Chacun s'est allongé, puis divisé, tantôt dans une seule direction, tantôt dans deux ; de cette manière, se sont formés des états *Pleurococcus* tout à fait typiques à chromatophore pariétal non étoilé mais munis comme les états *Hormotila* d'un pyrénoïde par chromatophore :

Ces mêmes états *Pleurococcus* produisent des filaments courts comme il a été indiqué précédemment, ainsi que les thalles Protoderma et papilleux.

Durant le développement des filaments, le pyrénoïde pâlit, puis peut disparaître ; à sa place se voit souvent une fente ; il a été aisé de suivre pas à pas cette évolution et la disparition plus ou moins complète du pyrénoïde.

On ne saurait identifier cette espèce avec le *Pl. vulgaris* Menegh. à cause du chromatophore non étoilé ; mais il existe sûrement encore plusieurs variétés ou espèces de *Pleurococcus* dont les chromatophores sont différents.

Quoiqu'il en soit, il est certain, actuellement, que des Pleurococcus avec ou sans pyrénoïdes peuvent donner naissance à des états gélifiés et spécialement à un stade Hormotila.

Il ne serait pas prudent d'identifier cet état avec le genre *Hormotila* Borzi qui a, d'ailleurs, plusieurs chromatophores par cellule et point de pyrénoïde. Hormotila, en général, paraît un état gélifié que peuvent revêtir plusieurs algues. Dans le genre *Mischococcus,* il y a quelque chose d'analogue.

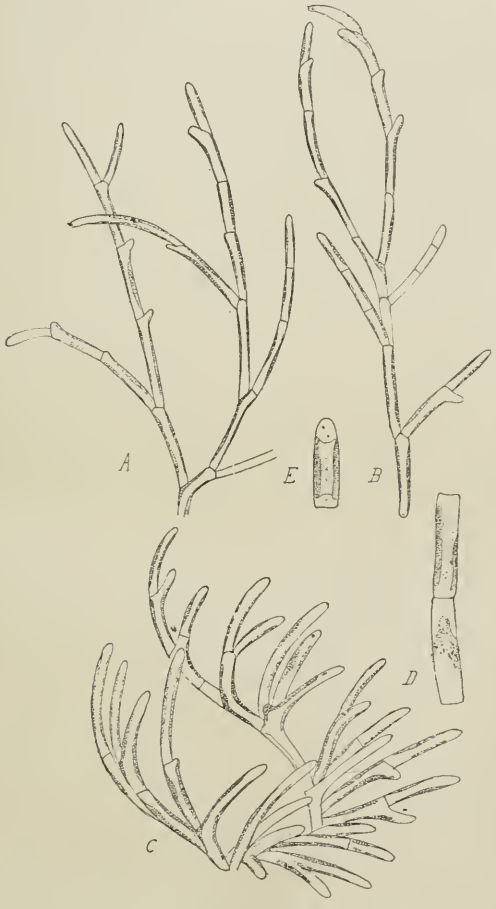


Fig. 202. *Microthamnium Kützingianum.* — A, B, C, diverses formes du thalle provenant d'une même colonie; E, D, deux cellules plus fortement grossies, montrant la disposition du chromatophore.

Microthamnium Næg.

in Kütz. Spec. p. 352; Schmidle, Flora, 1899. Tab. VII; Borzi, Nuov. Not. 1891, 390.

Thalle fixé, formé de filaments ramifiés et dressés en arbuscule. Base du thalle courtement atténuée, fixée par un très petit disque; cellules égales, cylindriques, les terminales obtuses non acuminées; ramifications des cellules se faisant par une hernie latérale, immédiatement au-dessous de la cloison supérieure; le ramuscule reste pendant longtemps continu avec la cellule mère, à la façon des Syphonocladus, finalement est séparé par une cloison. Origine acropétale des ramifications, ce qui produit un arbuscule thyrsoïde. Chromatophore en plaque pariétale occupant les $^2/_3$ du pourtour, allongé sub-entier, laissant libre le sommet et la base de chaque cellule. Pas de pyrénoïde et pas d'amidon.

Multiplication inconnue. (Borzi prétend avoir vu les zoospores biciliées (4—6 μ); elles naîtraient dans des espèces de sporanges terminaux (?)

Microthamnium Kützingianum Næg., l. c., Tab. Phyc. III, t. 1.

Caractères du genre :

α. *genuinum.* Cellules 3 – 5 μ., 2—3 fois plus longues ; ramuscules un peu en massue vers le sommet ou cylindriques, divariqués, plus ou moins courbés. Thalle 100—200 μ.

β. *strictissimum* (Rabh. sub. spec.) Schmidl. l. c. 169 ; *M. vexator* Cooke. Thalle $^1/_2$—$^2/_3$ de millimètre, dressé ; ramuscules dressés ; cellules 3—4 μ., 5—6 fois plus longues ou plus encore.

γ. *exiguum* (*M. exiguum* Schmidle). Thalle 30 μ.; cellules 1,5—2,5 μ, 3—4 fois plus longues, ramuscules unicellulaires ou paucicellulaires. Sans doute de jeunes exemplaires des précédents qui ne me paraissent pas distincts car j'ai trouvé des intermédiaires.

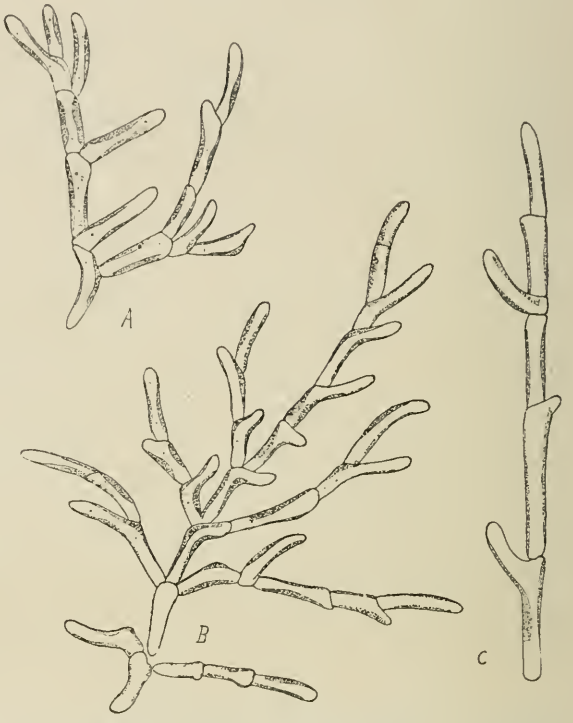


Fig. 203. *Microthamnium Kützingianum.* — A-B, deux thalles ; C, filament à cellules plus allongées (Lac de Genève).

Gongrosira Kütz.

Phycolog. général, p. 281 ; Sp. p. 423.

Thalle à la base, pseudo-parenchymateux par confluence des rameaux rampants, formant souvent des disques à bords frangés coléochétoïdes ; de ce thalle naissent des filaments dressés, dichotomiques ou subdichotomiques souvent vaginés, à ramifications dressées, fasciculées et constituant parfois un coussinet ou de croûtes denses plus ou moins incrus-

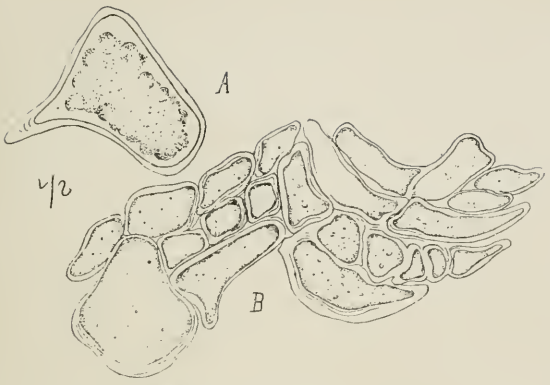


Fig. 204. *Gongrosira de Baryana.* — A, cellule (akinète) détachée, fonctionnant comme sporange ; B, portion du thalle pseudo-parenchymateux (sur pierres inondées, lac du Grand St-Bernard).

minaux qui ont tantôt la forme d'une bouteille, tantôt sont en forme de massue.

3° par des états unicellulaires dits Codiolum et qui ne sont autre chose que des akinètes qui ont grossi, sont devenues monstrueuses et ont produit des verrucosités de la membrane qui s'enfoncent dans le substratum.

Chez les *Gongrosira*, le thalle est ordinairement incrusté de calcaire. Il vit sur les pierres submergées, les coquilles d'eau douce et les œufs d'oiseaux aquatiques.

De même que la

tées de calcaire, parfois indurées ; membranes le plus souvent épaisses, stratifiées, vaginées. Chromatophore difficile à observer, en plaque pariétale à un ou plusieurs pyrénoïdes ; amidon dans la cellule, indépendant du pyrénoïde.

Multiplication : 1° par cellules détachées (akinètes) mises en liberté à la façon de celles de *Pleurococcus vulgaris* ou *P. Nægelii*.

2° par zoospores nées dans des zoosporanges ter-

Fig. 205. *Gongrosira de Baryana.* — A, Thalle à filaments relativement libres ; B, bord du thalle pseudo-parenchymateux ; C, sporange terminal, 2 libéré (conidie) ; 3 id. ; D, dichotomie parfaite de quelques filaments ; E, sporange ; F, filaments engaînés par pénétration dans des articles supérieurs ; G, filament à paroi épaissie. (Tous ces dessins pris sur une même coquille de Limnée)

morphologie des *Pleurococcus* est toute dominée par leur mode de vie qui les maintient unicellulaires ou faiblement divisés, les conditions d'existence ont donné au genre *Gongrosira* des particularités que nous trouverons communes aux divers genres qui se comportent habituellement comme lui.

Ce sont des thalles qui rappellent beaucoup ceux des *Pleurococcus* à l'état filamenteux (fig. 205), mais ils peuvent se développer beaucoup mieux. Les articles sont en général plus courts et l'on observe rarement que l'extrémité des rameaux ait une tendance à former une pointe. La membrane elle-même s'épaissit beaucoup et dans les régions bien incrustées, finit par devenir lamellaire et même très épaisse. La ramification s'y fait à la façon de *Pleurococcus,* mais il arrive souvent que la dichotomie s'accuse et produise des filaments secondaires parallèles. Les cellules, d'ailleurs souvent très courtes, sont ordinairement de forme bizarre. Les ramifications du thalle se séparent rapidement par une cloison et ce n'est que fort rarement que le rameau reste en continuité avec la cellule du filament principal, comme cela arrive chez les *Gomontia.* La grande irrégularité des cellules, l'épaississement des membranes qui varie souvent d'une cellule à l'autre, dépendent sans contredit de leur imprégnation de calcaire. Ceci rend leur croissance plus lente, plus irrégulière et leur imprime ce cachet qu'on retrouve chez beaucoup d'endolithes. Lorsque les terminaisons des filaments sont plongées dans le calcaire, elles s'épaississent en un bouton cellulosique. Ce thalle peut se ramifier en s'irradiant irrégulièrement, mais lorsque la dichotomie est

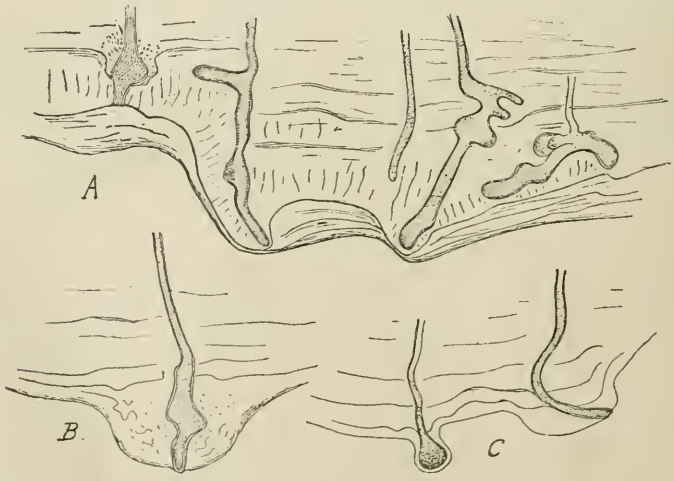


Fig. 206. *Foreliella perforans.* — Terminaison des filaments perforants qui viennent aboutir à la face interne du test et s'y ramifient en processus intestiniformes.

souvent répétée, il en résulte des disques compacts rappelant ceux de *Coleochæte*. Cette dichotomie est visible dans la fig. (205, D).

Plus tard, les cellules du thalle incrusté ayant fortement épaissi, leurs membranes semblent immergées dans un thalle amorphe, dans lequel l'indépendance primitive des cellules n'est plus visible (fig. 204).

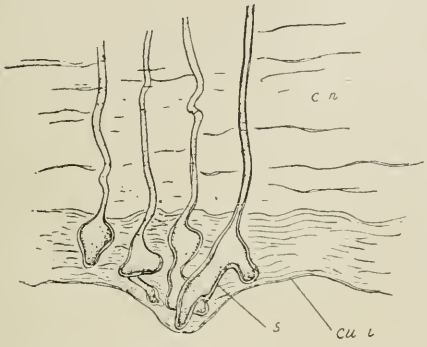


Fig. 207. *Foreliella perforans*. — Filaments perforants qui ont traversé tout le test et sont venus aboutir à la cuticule interne (cu. i.) et s'y sont renflés en forme de suçoir (s).

Durant cette apposition de lamelles, la cellulose subit une transformation chimique ; elle se colore en rose ou rouge avec le réactif iodé (Zn. Cl.). En plusieurs points, les membranes présentent des prolongements radicants cellulosiques. Outre ce thalle qui constitue souvent toute la plante, on rencontre assez souvent des filaments dressés, tantôt très courts, tantôt beaucoup plus longs et disposés en palissades (fig. 205, f., g. ; 206). Mais lorsque ce sont des espèces développées dans des calcaires compacts et durs, cette formation est remplacée par la production de cellules renflées, tantôt terminales, tantôt, le plus souvent, sur le parcours du filament (v. fig. 204), les cellules, véritables propagules s'isolent, grossissent plus ou moins et selon le substratum, produisent des prolongements radicants souvent bizares (fig. 212-213). Ce sont des états rappelant beaucoup le genre *Codiolum* créé par Lagerheim pour des algues endoconches.

Tout ceci est infiniment variable ; il n'y a pas deux thalles qui se ressemblent. Les dessins 212 et 213 sont pris d'un *Gongrosira* qui se développe dans le calcaire de cailloux submergés du lac de Genève.

Ceux des coquilles de gastéropodes lacustres ou paludéens, sont moins tourmentés, les parois des cellules plus minces et les thalles plus compacts, plus coléochétoïdes (v. fig. 205 bord d'un thalle). Mais à mesure que le thalle s'étend, ce *Gongrosira*, selon la résistance moindre, tend à former sur ses bords des

Fig. 208. *Foreliella perforans*. — A, B, ramuscules dressés, terminés par des sporanges codioliformes ; D, E, id. ; G, Codiolum isolé.

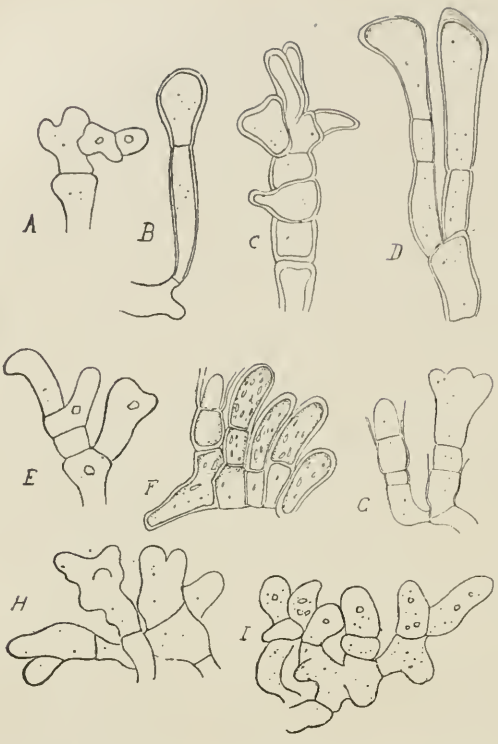


Fig. 209. *Gongrosira viridis*. A, ramuscule dressé terminal après dissolution de la gangue calcaire; B, id.; C, id., avec cellules proliférant; D, dichotomie d'un ramuscule dressé; F, une série de ramuscules dressés, dans le premier on voit la perforation d'une ancienne cellule par la cellule sous-jacente; G, id.; H. et I, thalle rampant à ramuscules bourgeonnants.

rejets allongés à cellules longuement indivises.

Quant aux filaments dressés chez cette espèce, ils sont courts et subglobuleux, supportés par un pied court. Ces cellules globuleuses terminales se détachent très facilement (fig. 205, C); elles se comportent alors d'une manière presque aussi variée que les cellules Cystococcus ou Pleurococcus. Des spores par deux, par 4 ou plus souvent petites et nombreuses en sortent. D'autres fois, ce sont de petites zoospores (cils?); ici et là ces spores restent unies à leur sortie et forment un petit thalle rappelant l'état larvaire d'un *Pandorina*.

Enfin, ces cellules peuvent bourgeonner comme celles dont Huber a donné la description pour *Chaetonema* (fig. 205, C, 2).

Le chromatophore contient un ou plusieurs pyrénoïdes; ces derniers sont souvent assez gros. La structure cellulaire est le plus souvent masquée par d'abondants grains d'amidon qui rendent toute la cellule opaque. Cette formation exagérée d'amidon est d'ailleurs générale chez les algues endolithes de ce groupe.

La multiplication se fait :

1° par les cellules détachées :

a. Cystococcoïdes,

b. Codiolum (fig. 213, E, H);

2° par des cellules terminales ou intercalaires devenant zoosporipares;

3° par des akinètes qui deviennent libres par dissolution des membranes entourantes.

Les états *Codiolum* (fig. 38, pg. 61) sont en réalité des zoosporanges

libérés et radicants. Les pyrénoïdes n'y sont plus visibles ou ont disparu, l'amidon n'est plus sous forme de grains, il s'est dissout et on voit alors le contenu divisé en un grand nombre de zoospores (?). Wille a décrit les zoosporanges terminaux. Je n'ai pas vu sortir les zoospores, mais tout porte à croire que les états de division figurés sont ainsi bien interprétés (fig. 213).

Wille a décrit en outre pour le *G. de Baryana* la germination des akinètes. Cette espèce est en tout plus régulière que les deux autres, mais ne s'en écarte pas sensiblement. Enfin, ici comme chez les deux précédentes, lorsque les cellules terminales sont détachées, les cellules sous-jacentes prolifèrent et percent le fourreau de l'ancienne cellule (fig. 209, F, G ; 205, F, G).

Fig. 210. *Foreliella perforans.* Thalle sous-cuticulaire poussant des filaments perforants dans la couche à colonnette (cp.) du test.

Les *Chlorotylium* ne diffèrent guère des Gongrosira que par leurs filaments dressés et formant des thalles en coussinets plus ou moins gélifiés. Les celules inférieures à mesure qu'elles s'incrustent de calcaire, épaississent leurs membranes comme cela a été décrit pour le genre précédent ; elles pâlissent et finissent par constituer dans leur ensemble, un noyau duquel partent les ramifications encore vertes et actives.

Ce qui caractérise ce genre, c'est l'alternance d'articles courts et de longs qui, se répétant dans tous les filaments d'un même coussinet, lui donnent en section transversale, l'apparence zonée souvent décrite.

Dans le genre *Foreliella*, il y a à distinguer deux parties constitutives du thalle : la partie traçante et la partie radicante. Ce sont en effet des plantes perforantes dont la seule espèce connue, le *Foreliella perforans* attaque les valves calcaire de l'Anodonte du lac de Genève. Le thalle traçant ressemble beaucoup à celui de *Gongrosira*, mais il n'est jamais aussi développé. Les membranes sont épaissies et les ramifications dressées que l'on voit naître ici et là, se renflent beaucoup en massue (fig. 208). Finalement certaines cellules grossissent beaucoup et constituent des sporanges *Codiolum*. De ce thalle (fig. 210) partent des filaments radicants traversant successivement la couche à colonnettes

Fig. 211. *Foreliella perforans.* — Vue de face de la couche nacrée, sillonnée par les extrémités des filaments perforants qui courent sous la dernière couche.

et la couche nacrée, quelquefois sans se ramifier, ou en ne se ramifiant que par des rameaux eux mêmes radicants. Tous ces rhizoïdes aboutissent à la face interne de la coquille où ils percent la cuticule interne et se terminent en une papille à membrane épaissie, mais cellulosique ou se ramifient encore sous cette dernière couche et leurs branches vont rayonnant en poussant ici et là des suçoirs courts (fig. 206, 211, 217).

Il y a une grande ressemblance entre le genre *Foreliella* et le genre *Gomontia ;* ce dernier est aussi perforant, mais cette propriété y est moins marquée, les noyaux sont multiples pour chaque cellule, et le chromatophore est différent.

On ne connaît jusqu'à présent ni les zoospores ni les gamètes, quoiqu'il soit certain que des zoosporanges codioliformes naissent aux dépens des cellules du thalle dorsiventral qui croît sous l'épiderme des coquilles d'Anodontes.

La majeure partie de la plante croît dans le test de ces mollusques dont elle n'amène pas nécessairement la destruction, mais qu'elle perfore pendant la vie de l'animal, poussant ses suçoirs jusqu'à l'épithélium du manteau. Il se pourrait qu'il y ait avantage pour la plante à venir ainsi se mettre en communication avec la région conchogène.

Gongrosira de Baryana Rabh.

Alg. n° 223 ; *Trentepohlia de Baryana* (Rabh.) Wille Algologische Mittheilungen in Pringsheim, Jahrb. f. wiss. Bot. Band XVIII, 426 ; Schaarschmidt. Bot. C. B. XIX, 1884.

Thalle peu ou pas incrusté de calcaire formé principalement de filaments rampants, constituant des disques irréguliers verts-foncés pseudo-parenchymateux à la façon de *Coleochaete scutata ;* l'accroissement est donc périphérique et les cellules terminales donnent tantôt naissance à une papille latérale qui s'en sépare, tantôt deviennent émarginées et les deux lobes parallèles sont segmentés à la base. Le développement ultérieur est déterminé par la place que ces nouvelles cellules peuvent occuper et par la résistance que leur offre le substratum ; les rameaux dressés naissent des filaments couchés sous forme de papilles ; ils sont

tantôt lisses à leur surface, tantôt entourés de gaînes qui proviennent du fait que des cellules plus profondes traversent les membranes de cellules plus élevées qui sont mortes. Les couches les plus externes de la membrane s'exfolient.

Chromatophore en plaque à un pyrénoïde polygonal ; amidon en grains (disques) abondant dans toute la cellule (fig. 205, 204).

Multiplication: par cellules rajeunies ou détachées du thalle, tantôt directement par simple désarticulation, tantôt après avoir formé une nouvelle membrane à l'intérieur de la gaîne. Ces cellules s'allongent et deviennent une nouvelle plante qui produit des haptères à sa base (Wille) ou s'arrondissent et constituent des zoosporanges.

Ce sont parfois les cellules terminales qui se détachent. Zoosporanges terminaux en bouteilles courtes, ou en massue ; zoospores ellipsoïdes à stigma rouge, biciliées. (Wille).

Pierres, coquilles, coquilles d'œufs et bois: Bords du lac de Genève: Versoix, sur des coquilles de Limnée, souvent caché sous la cuticule, ce qui donne à la coquille une apparence tachetée ; sur les œufs de cygne, etc. ; id. à la Belotte.

Var. gracilis: filaments plus allongés, membranes moins épaisses: dans les mêmes localités.

Cette plante (cell. 6—8/2—3× p. long.) croît sur les thalles des *Thorea* ou sur la molasse rouge du Neckar. (Schmidle).

Gongrosira viridis Kützing. in Linnaea VIII, 1833. *S. trentepohlioïdes* Schmidle p. p., Oestr. Bot. Zeitschr., 1897, n° 2.

Thalle incrusté de calcaire, pulvinulé ; coussinets de 1 m. à 2 mm. de largeur un peu moins haut, finalement, produisant par confluence avec les voisins, des croûtes d'un vert-jaunâtre, assez étendues pour couvrir des cailloux entiers ; surface unie ou mammelonée.

Thalle rampant, plus lâche que dans l'espèce précédente, émettant un grand nombre de filaments dressés, souvent moniliformes, serrés les uns contre les autres ; cellules bacillaires courtes ; ramifications dichotomiques ou tri-plurichotomiques ; membranes souvent épaissies, caractères du contenu semblable à ceux de l'espèce précédente ; cellules 10 μ. de largeur.

Multiplication : par cellules détachées ; le reste à étudier.

Ruisseaux et rivières de la plaine et de la montagne: la Plaine, Evordes, Etrembières, Veyrier près Genève. Espèce facile à reconnaître à son thalle incrusté, souvent mélangé de Cyanophycées (*Hyella* p. Nantua). Oscillaires et Chamæsiphoniées *(Chamaesiphon)* de *Chantransia* de *Batrachospermum* ou de *Rivularia.*

Schmidle a décrit sous le nom de *S. trentepohlioïdes*, une plante, dont la morphologie cadre exactement avec celle de la précédente. Je ne vois aucune bonne raison de l'en séparer ; il a vu se former des sporanges comme ceux de *G. de Baryana*, premièrement décrits par Wille.

Fig. 212. *Gongrosira codiolifera* (Lac, Genève). — A, portion du thalle immergé dans la pierre, a, sporange ; B, cellule isolée par les membranes épaissies ; C, C¹, filaments radicants.

Gongrosira codiolifera, Chodat. Études de Biologie lacustre, Bull. de l'herb. Boissier. 1898, pg. 443.

Thalle cariant les pierres, caché dans la masse à laquelle il communique une couleur verte ; cellules du thalle rampant, polygonales, à membranes très épaisses, formant un thalle parenchymateux ou des filaments lâchement ramifiés ; filaments dressés ramifiés, à ramuscules étroitement serrés ; cellules oblongues quadrangulaires ; chromatophore à un ou deux pyrénoïdes ; parfois, cellules du thalle rampant, renflées en vésicule qui peut se détacher, produire un bouton cellulosique radicant et varier excessivement de forme (v. p. 297) ; ces états Codiolum deviennent finalement des zoosporanges.

Pierres du bord du lac de Genève, — la Belotte (Chodat).

Chlorotylium Kütz.

Phyc. General p. 285.

Thalle hémisphérique, entouré de gelée et plus ou moins incrusté de calcaire ; ramifications parallèles dressées, non vaginées (?) ; cellules dimorphes, les plus allongées pâles, les plus courtes vertes, arrangées dans le coussinet de telle manière que celui-ci paraît zoné par des cercles concentriques lorsqu'on en fait la section transversale.

Akinètes et zoospores biciliées ; stade Palmella à zoospores à 4 cils (?)

C'est un genre encore mal connu que je n'ai pas eu l'occasion d'étudier.

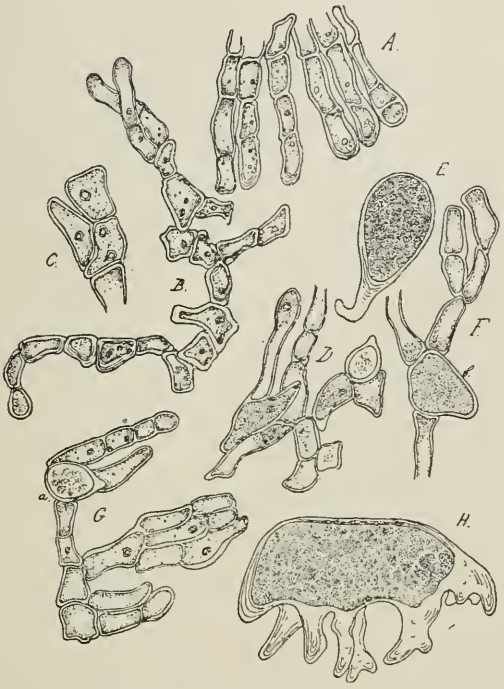


Fig. 213. *Gongrosira codiolifera.* — A, bord du thalle cariant, perforant; B, C, filament; D, id., muni de cellules codioliformes; G, F, id., a, b, cellules codiolif.; E, H, états codiolum détachés.

La ramification a été indiquée comme étant sub-unilatérale par dichotomie; épaisseur des filaments: 6—12 μ., deux à trois fois plus longs, les cellules vertes $^3/_4$—$^1/_2$ fois plus longues, les hyalines 2—6 fois plus longues, à membrane mince.

Sur les rochers, les plantes submergées, le bois des rivières, des ruisseaux, des eaux froides.

Le *Chl. mammiforme* (Bälb.) Kütz Sp. 432, paraît être simplement un état de *Gongrosira viridis* Kütz., car on n'y a point reconnu de zones, et pour les autres caractères indiqués, ils ne diffèrent pas de ceux de cette espèce.

Foreliella Chodat.

Etudes de biologie lacustre, Bull. de l'Herbier Boiss. 1898, pg. 443.

Thalle filamenteux ou par places pseudo-parenchymateux perforant les coquilles des anodontes; cellules de deux sortes: les extérieures sous la cuticule de la coquille ou à la face extérieure désagrégée de cette dernière, courtes ou plus allongées, ressemblant à celle de *Gongrosira,* les terminales souvent renflées en massue ou extrémement variées de forme, parfois codioliformes à membrane épaissie, stratifiée; les filaments perforants, perpendiculaires à la direction des couches de la coquille, deux à trois fois plus étroites, 4—5 μ; dichotomiques à cellules très allongées, à parois minces, se terminant vers l'autre face de la

coquille en rhizoïdes, courant sous la cuticule interne et renflées à leur extrémité ou sur leur parcours en suçoirs simples ou ramifiés.

Amidon abondant dans toutes les cellules; chromatophore en plaque; pyrénoïdes dans les cellules dressées.

Multiplication par akinètes et par des états *Codiolum;* zoosporanges et les états *Codiolum* sur les filaments dressés extérieurs, etc.. Zoospores non encore observées en mouvement.

Algue perforant les coquilles des anodontes vivantes, mais n'amenant pas leur carie (lac de Genève, Belotte, Belle-Rive, Hermance, Versoix). Je n'ai pu la trouver au lac de Bienne non plus que sur les Unio, qui y sont abondant. J'ai pu la retrouver dans les coquilles des anodontes de la plupart des lacs suisses.

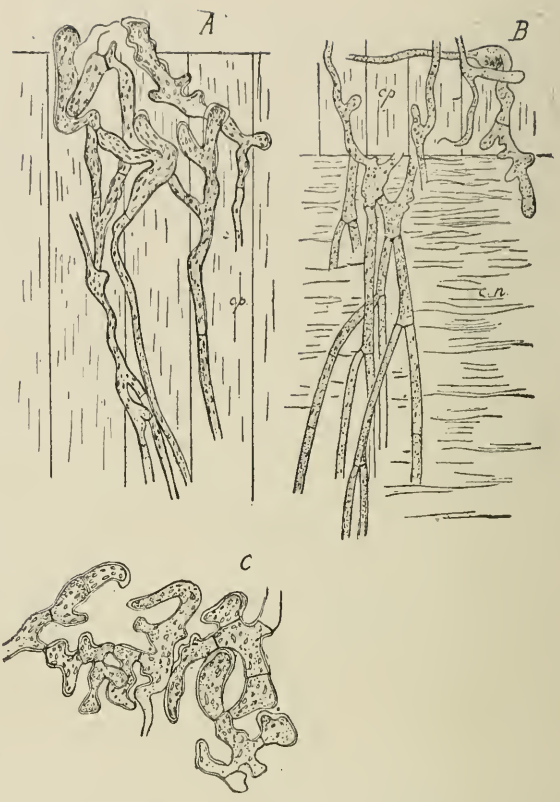


Fig. 214. *Foreliella perforans.* — A, pénétration dans la couche à colonnettes; B, passage de la couche à colonnettes à la couche nacrée; C, vue du thalle superficiel externe.

Chétophoracées.

A. Isogames.

Cette première série comprend des algues filamenteuses ramifiées munies de poils ou de soies. Ses espèces se rattachent tout naturellement aux *Pleurococcacées,* dont elles ne sont en somme que le type plus évolué et plus différencié. Comme chez les *Pleurococcacées,* les zoosporanges ne sont pas différenciés. Sauf les cellules des poils et celles

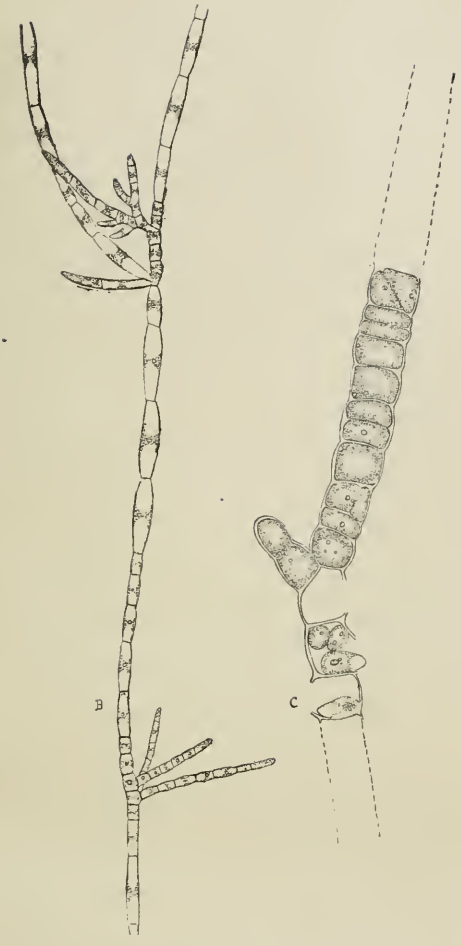


Fig. 214 *b*. *Stigeoclonium flagelliferum*. — B, filament dressé ramifié ; C, id., en voie de zoosporulation (d'après Tilden).

des rhizoïdes, toutes les autres sont parfois capables de produire des éléments mobiles. Il est vrai que cette production a lieu principalement aux dépens des cellules des ramifications courtes, tandis que celles des branches plus fortes et notamment celles du filament principal dans le genre *Draparnaldia* restent ordinairement stériles.

C'est bien à tort qu'on les a récemment réunies aux *Trentepohliacées* qui ont une évolution propre et bien définie ; leurs sporanges mieux différenciés, la présence habituelle de l'hématochrome et leurs zoospores toujours biciliées les en éloignent suffisamment.

La valeur des genres est encore bien douteuse aujourd'hui. Mais autant qu'on a pu s'en assurer, tous possèdent des chromatophores en plaques pariétales plus ou moins découpées et munis de pyrénoïdes. Ce caractère les rapproche des Pleurococcacées, mais les éloignent des Trentepohliacées.

A. a. Euchétophorées.

Je réunis dans cette sous-série les genres munis de poils pluricellulaires.

Stigeoclonium est bien le genre qui réalise le mieux l'ensemble des caractères de cette sous-série. Les autres ne sont guère que des modifications de ce type.

Il faut distinguer dans ce genre deux ou trois états distincts. 1° le thalle rampant ; 2° le thalle dressé ; 3° le thalle palmelloïde.

La zoospore quadriciliée en se fixant sur le substratum germe de

façon variable. Tantôt en s'allongeant, elle se subdivise en formant deux cellules qui se ramifient en poussant des filaments couchés sur le substratum et souvent si étroitement rapprochés qu'ils constituent un thalle semblable à celui que forment les Pleurococcacées. Dans son premier développement ce thalle ressemble si fort à un Pleurococcus qu'on serait tenté de ne voir dans ce dernier qu'une forme réduite de *Stigeoclonium*. Mais ici chaque cellule produit avec la plus grande facilité des zoospores quadriciliées, tandis que dans les formations analogues des *Pleurococcus*, ces dernières ne se forment pas dans ces conditions, et lorsqu'elles naissent des cellules *Cystococcus*, elles sont beaucoup plus petites et biciliées.

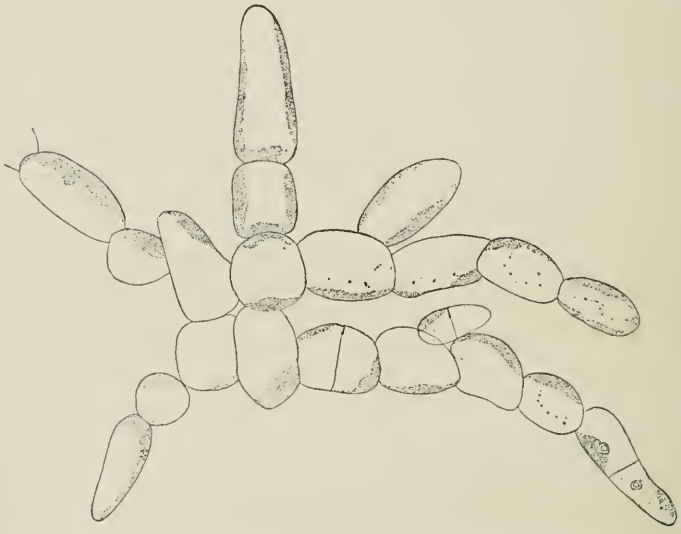


Fig. 215. *Stigeoclonium protensum.* — (La Belotte, Genève). Jeune thalle dorsiventral rampant, sans filaments dressés.

La facilité avec laquelle chacune des cellules peut produire des zoospores est extraordinaire. Souvent le thalle tout entier se met ainsi à essaimer.

Ce thalle dorsivental est tout d'abord dépourvu de poils, ses ramifications sont obtuses et naissent comme cela a déjà été indiqué pour *Pleurococcus*.

De ce thalle rampant (fig. 216, *Stig. flagelliforme*) naissent des filaments dressés tout d'abord simples, puis ramifiés. La ramification s'y fait d'une manière excessivement irrégulière, mais les cellules tendent à s'allonger beaucoup et le filament perd l'apparence plus ou moins toruleuse qu'il avait comme ramification du thalle rampant. En même temps la cellule terminale devient aiguë, s'allonge beaucoup et se cloisonne. La chlorophylle diminue beaucoup dans ces cellules allongées qui

Fig. 216. *Stigeoclonium flagelliferum.* — Talons dorsiventraux, rampants, dont l'un produit un poil incolore (d'après Tilden).

prennent l'apparence d'un poil pluricellulaire. Les filaments dressés, qui naissent ainsi du thalle rampant, s'allongent démesurément et atteignent souvent plusieurs centimètres de longueur. Leur ramification se fait dans la règle, immédiatement au dessous de la cloison transversale supérieure de la cellule. Ainsi naissent des arbuscules allongés fort gracieux, dont les ramifications sont terminées ou non par des poils de longueur variable. Il y a généralement, par cellule, un chromatophore pariétal, peu découpé et qui contient un ou plusieurs pyrénoïdes

Le nombre des zoospores qui naissent d'une cellule du filament dressé varie de 1 à 16. Ce nombre dépend de l'âge du filament, de la grosseur de la cellule et d'autres causes indéterminées. Petites ou grandes elles sont toujours pourvues de quatre cils. Mais il faut remarquer que les cellules qui vont développer des zoospores sont en voie active de division transversale; les articles deviennent plus courts et se renflent ordinairement. Presque toujours ce sont les cellules supérieures des branches qui subissent cette transformation en zoosporanges. Avant d'être mises en liberté les zoospores sont déjà complètement formées et possèdent un point rouge bien distinct (fig. 219). Leur émission se fait par une ouverture latérale, par déchirure de la membrane. Cet état *Stigeoclonium* parfait est souvent précédé par un stade auquel J. Tilden à donné le nom d'état « *Pilinia* »; c'est celui où du thalle rampant s'élèvent des filaments relativement courts et non ramifiés, ou faiblement ramifié. Les *Stigeoclonium* émettent des zoospores à tous leurs stades.

On connaît en outre un état palmelloïde parfait, durant lequel le

Stigeoclonium devient méconnaissable. Il se forme aussi bien aux dépens du thalle rampant que de l'état *Pilinia* ou *Stigeoclonium*.

Le genre *Stigeoclonium* est en outre intéressant en ce qu'il permet d'établir une théorie de l'origine des ramifications. On a déjà montré, à propos des Palmellacées, les passages qui peuvent être constatés entre une division sporangiale et une division végétative, c'est-à-dire aboutissant à un cloisonnement. Ici, les mêmes faits s'observent : lorsque des filaments sont en voie de zoosporulation (fig. 220), il arrive que l'émis-

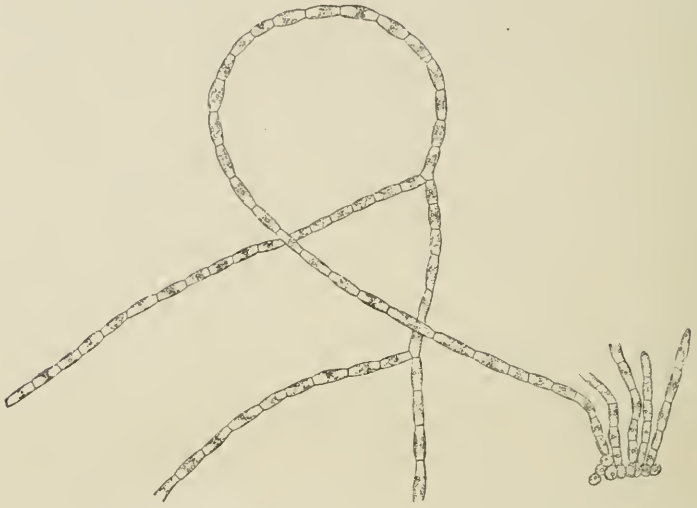


Fig. 217. *Stigeoclonium flagelliferum*. — Production de filaments dressés aux dépens du thalle rampant, qui se voit de profil (cellules globuleuses). (Tilden).

sion des zoospores, reconnaissables au stigma rouge caractéristique, soit arrêtée ; alors le filament continue à se cloisonner, non seulement dans le sens transversal, mais aussi longitudinalement. De ces états subparenchymateux se forment dans certaines conditions les états palmelloïdes bien connus.

D'autre part il est possible d'imaginer que la zoospore douée d'un renouveau d'activité, arrêtée dans son émission, fasse cependant hernie en poussant devant elle la membrane, la modifiant dans sa croissance du côté où elle serait sortie.

Quelque chose d'analogue se voit chez les *Ulothrix* où les zoospores restées dans la cellule mère germent à travers la membrane de cette dernière, pour produire de nouveaux filaments. Ici, la cellule zoosporipare se comporte comme une zoospore en germination ; le développement ontogénique est raccourci.

On peut voir dans la fig. 220, en A et D, la zoospore germant normalement, en C, une des cellules monozoosporée se comporter de même. Cela est encore plus visible dans la fig. 220 b.

Cela étant, il ne semble donc pas absurde d'imaginer qu'à ce niveau algologique où la zoosporulation et la ramification se remplacent habituellement, cette dernière ne soit qu'une modification de l'autre mode de multiplication.

Les *Stigeoclonium* n'ont point de cellule mère terminale définie ; il arrive bien parfois que les cloisonnements soient plus fréquents vers les extrémités des ramifications, mais la croissance intercalaire est souvent également réalisée (fig. 220, C.)

On connaît dans ce genre un développement d'hypnospores. Gay en a décrit dans le *St. variabile*. Tantôt isolées, tantôt par quatre, elles

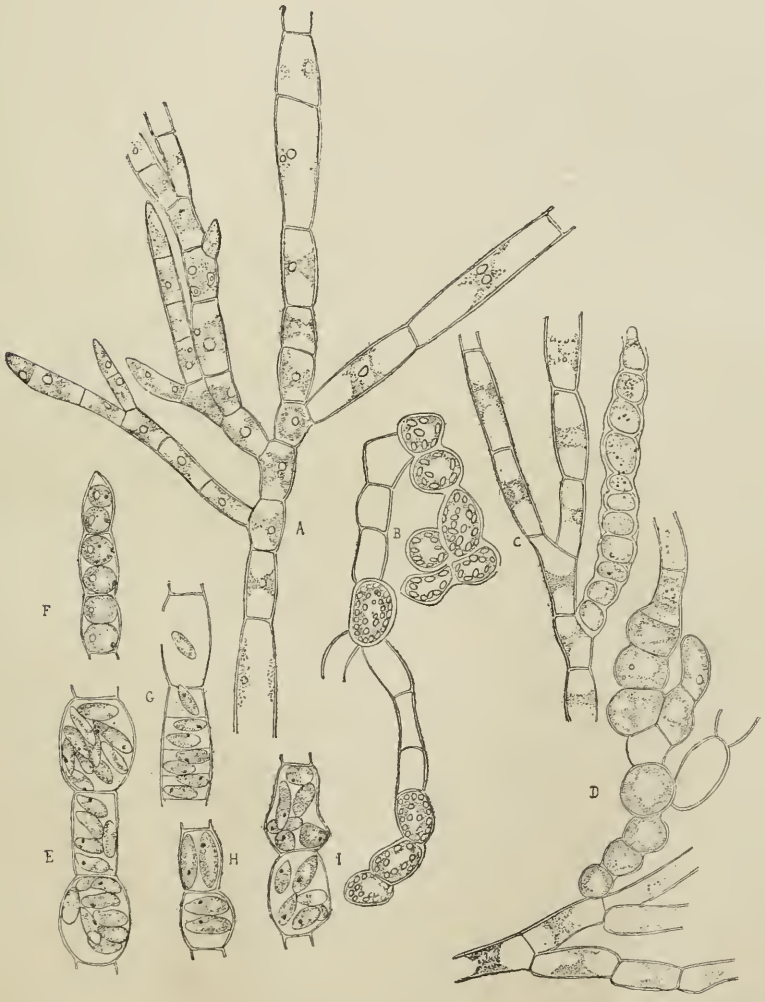


Fig. 218. *Stigeoclonium flagelliferum*. — A. Rameau dressé, ramifié; B, rameau muni de cellules durables (hypnocystes); C, id.; D, id.; E, production de zoospores; F-I, id. (Tilden).

s'arrondissent après s'être contractées et s'entourent d'une membrane épaissie. Ces hypnospores se remplissent d'huile en gouttes, qui finit par se colorer en rouge brique, tandis que par leur accroissement exagéré le filament prend une apparence moniliforme (figure 36).

On a décrit sous le nom d'*Endoclonium,* des états rampants ou demi-*Pilinia* de *Stigeoclonium,* épiphytes ou endophytes. Ce genre ne saurait être maintenu. On ne saurait lui attribuer aucun caractère distinctif vis-à-vis de *Stigeoclonium* sinon son mode de vie. Mais son développement épi- ou endophyte n'est pas nécessaire; il est absolument facultatif.

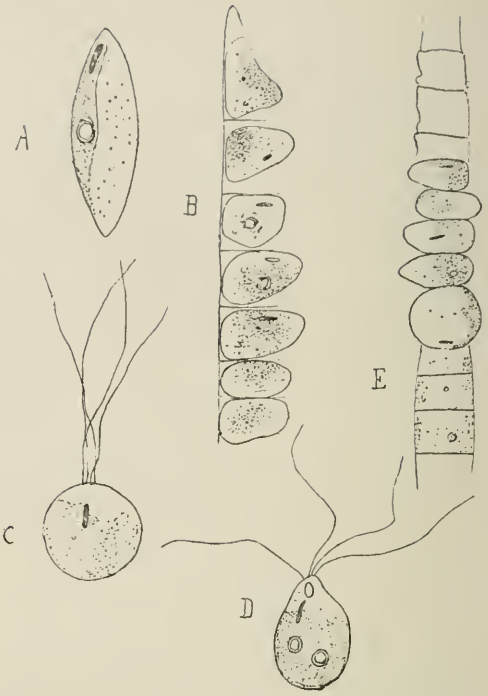


Fig. 219. *Stigeoclonium tenue.* — (Chancy, Genève). A, zoospore en germination; B, filament zoosporipare; E, id.; C, zoospore.

Huber a décrit un *Endoclonium* qui envahit les frondes de *Lemna gibba* et dont les cellules finissent par envahir les tissus de la plante, en pénétrant d'abord entre les cellules épidermiques et dans les lacunes, puis finalement dans les cellules mêmes. Il a trouvé sur les filaments rampants sur les racines, des poils pluricellulaires très longs et très minces. Quelquefois les filaments avaient pénétré dans des cellules superficielles des racines. Finalement ils les remplissent tellement qu'ils ne forment qu'une agglomération compacte de cellules vertes.

Mise en culture, la plante dans son développement ultérieur a donné naissance à des thalles rampants et à des rameaux dressés, prenant leur origine en partie de poils préexistants, en partie directement des cellules des rhizomes ou des masses cellulaires contenues dans les cellules des *Lemna.* Il se constituait ainsi un thalle dressé analogue à celui de *Stigeoclonium.*

Des rhizoides peuvent aussi apparaître et s'enfoncer dans le thalle tout en présentant une teinte plus pâle.

L'origine des poils d'*Endoclonium* sp. (Huber) a été décrit avec soin par Huber. Leur développement commence par la formation d'une papille incolore, qui s'étrangle un peu à sa base. Le noyau de la cellule mère

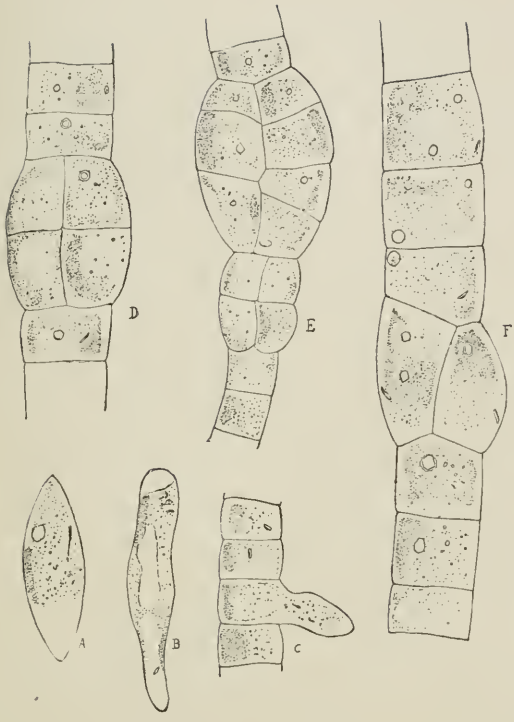


Fig. 220. *Stigeoclonium tenue* (Chancy). — A, zoospore arrêtée; B, en voie de germination; C, origine d'une ramification dans un filament se préparant à la zoosporulation: on voit dans les cellules le stigma rouge; D, filaments montrant le cloisonnement longitudinal: F, id.; dans les deux cellules contigües, le stigma est visible.

se divise et le poil nuclée s'allonge et se cloisonne. Quelque fois ce poil ne se cloisonne pas.

L'origine de ces poils rappelle beaucoup celle des rameaux dressés de *Stigeoclonium,* aux dépens du thalle rampant. Or dans cet *Endoclonium* il peut se former, à la place des poils incolores, des rameaux normaux, terminés par des poils comme ceux qui couronnent les dernières ramifications de *Stigeoclonium.* Ici, les poils unicellulaires sont l'exception.

Des formations analogues ont été aussi observées chez les *Stigeoclonium* (Tilden) et le même thalle rampant peut produire des rameaux dressés ou des poils pluricellulaires. Il y a, chez ces plantes, toutes les transitions possibles, la base du poil pouvant conserver les caractères d'une ou plusieurs cellules assimilatrices.

J'ai observé les mêmes choses sur les tiges du *Scirpus lacustris* et sur les feuilles de l'*Alisma plantago* du lac Léman.

Les zoospores envahissent la plante en passant par le stomate. Souvent elles s'étendent immédiatement dans la cellule stomatique et s'appliquent en une bande arquée contre la paroi externe, puis pénètrent plus profondément en produisant des filaments toruleux excessivement irréguliers, se désagrégeant souvent en cellules protococcoïdes (v. fig. 222) et remplissant finalement les cellules d'un tissu serré à cellules polyédriques par compression.

Sur la tige ou la feuille se forment des thalles en plaques caractéristiques pour ce genre et finalement les filaments dressés. Des états gélifiés gléocystoïdes se forment aussi à la surface de la plante support et quelquefois dans l'intérieur des cellules de l'*Alisma*. Huber a

vu sortir de cellules endophytes des microzoospores munies de deux cils.

Mais selon Frank, les zoospores de l'*Endoclonium polymorphum* ont 4 cils, tandis que les gamètes ont deux cils comme chez *Stigeoclonium*. Je ne saurais voir dans cette dernière algue qu'un stade épi- et endophyte d'un *Stigeoclonium* (voyez fig. 233 dans Wille, in Engl. et Prtl. Nat. Pflz. Fam.). Quant aux zoospores à deux cils de Huber, ce pourraient être des microzoospores-gamètes facultatifs.

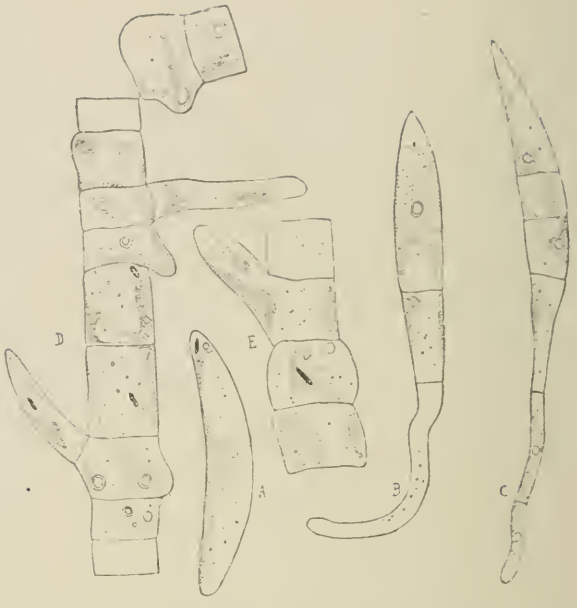


Fig. 220 *b*. *Stigeoclonium tenue* (Chancy. Genève). — A, zoospore en germination; B-C, plus avancée, avec rhizoïde; D, filament où l'on voit la ramification remplacer la zoosporulation, les stigma sont indiqués.

J'ai pu souvent examiner la fusion des gamètes de *Stigeoclonium tenue*. Elle se fait tantôt bec à bec, tantôt par fusion latérale, tantôt par la région élargie.

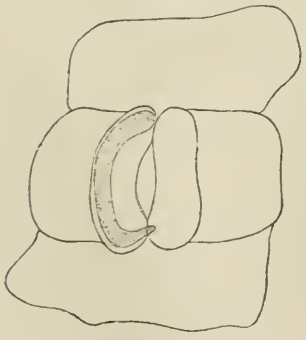


Fig. 221. *Endoclonium* sp. (*Stigeoclonium*). — Cellule se développant dans une cellule de bordure d'un stomate.

Dans le genre *Ctenocladus* le thalle dressé est dépourvu de poils : sa ramification est celle d'un *Stigeoclonium* ou devient vers le sommet unilatérale. Le chromatophore est bien aussi celui qu'on trouve dans ce genre : il possède un pyrénoïde. Les zoospores naissent aux dépens de toutes les cellules du thalle, mais plus spécialement des cellules renflées des rameaux supérieurs. Leur nombre est considérable. Des cellules de la partie inférieure du thalle se renflent, se détachent et constituent des états *Codiolum* gamétipares. Les cellules du thalle peuvent aussi s'isoler et, par gélification des membranes, passer par un état palmelloïde, dont les

cellules vont, se multipliant sous cet état, comme cela a lieu chez *Stigeoclonium*.

Le *Ctenocladus circinatus* est une espèce d'eau saumâtre, dont la situation parmi les Chétophoracées est encore obscure. Des états durables se forment en automne et ressemblent par cela à ceux de *Chaetophora*. Ces états durables (akinètes) peuvent passer par un état gélifié comme ceux dont j'ai donné l'évolution à propos de *Monostroma*.

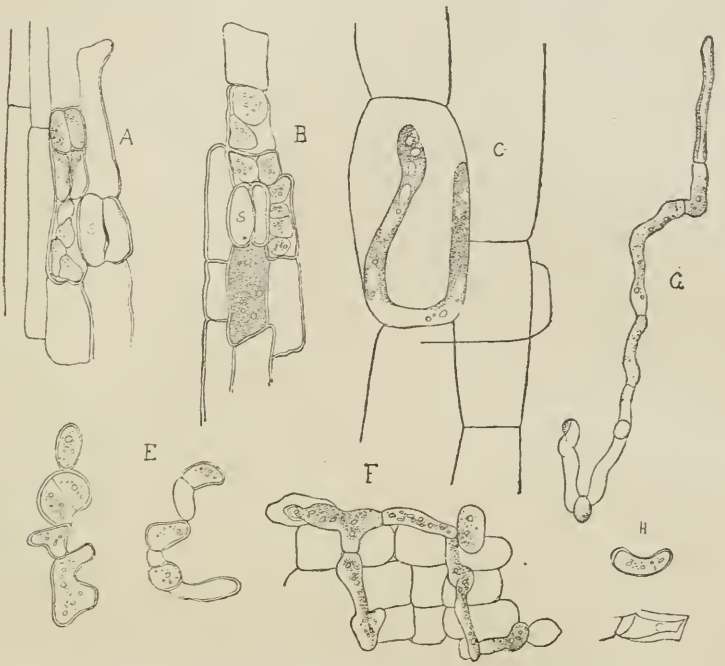


Fig. 222. *Endoclonium* sp. *(Stigeoclonium)*. — A, Epiderme, dans lequel on voit des cellules de l'hôte; B, id. (S = stomate); C, allongement d'un filament dans les intercellulaires; F, id.; G, filament isolé; D-H, diverses formes de cellules.

Il y aurait selon Borzi des akinètes d'été différents des akinètes d'automne, ces derniers surtout caractérisés par leur membrane épaissie mieux définie.

Le thalle muqueux des *Chaetophora* ne diffère guère de celui de *Stigeoclonium*, si ce n'est par le beau développement de la gelée qui en fait des plantes plus fermes et plus visibles à l'œil nu.

D'un rhizome rampant, à cellules toruleuses, irrégulièrement ramifié s'élèvent des filaments dressés, dont les premières cellules sont très ramifiées, longues, cylindriques, pâles, à chromatophore pariétal étiré, et le plus souvent très largement et irrégulièrement perforé. Les cellules du rhizome et la première cellule sont quelquefois globuleuses

Fig. 223. *Ctenocladus circinatus* (d'après Borzi). — A, thalle ramifié produisant des zoospores; B, zoospore; C, jeune filament; D, origine de l'état palmelloïde; E, id.; F, état palmella; H, formation d'akinètes d'automne; J, id.; K, état palmella, stade d'été; M, Codiolum gamètipares; N, sortie des gamètes O; P, fusion des gamètes.

pour *Stigeoclonium,* germent peu après leur mise en liberté. Il se forme déjà de bonne heure un poil terminal, tandis que du côté fixé un rhizoïde réduit apparaît.

Ces zoospores naissent souvent solitaires dans chaque cellule.

A leur place se forment souvent des hypnocystes ou hypnospores (aplanospores ou des akinètes), dont la membrane s'épaissit. Cette transformation peut frapper le sommet de toutes les ramifications. La cellule terminale, en se transformant en état durable, conserve cependant sa forme aiguë, tandis que les autres s'arrondissent et même en chapelet. Les cellules des ramifications supérieures sont proportionnellement plus larges, leur chromatophore plus largement étalé. Les cellules terminales de ces ramifications en corymbe sont aiguës. Les poils naissent ordinairement de ramifications plus inférieures; ils sont pluricellulaires et d'une longueur démesurée. Ils sont ainsi aptes à mettre le thalle en communication avec le milieu aéré et fonctionnent certainement comme organes respiratoires.

Les zoospores qui naissent par une ou par deux dans des cellules divisées, comme cela a été dit

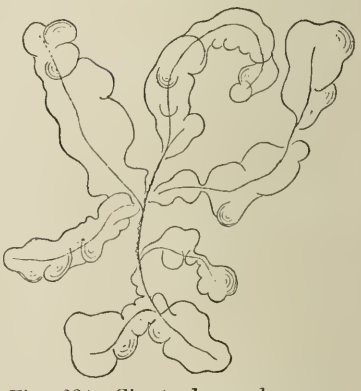


Fig. 224. *Chaetophora elegans.* — (Champex). Apparence des thalles muqueux, fixés sur des racines, (grandeur naturelle).

plus ou moins. On voit dans la figure (227) cette modification se propageant du sommet vers la base.

Les différentes espèces de *Chaetophora* constituent des thalles gélifiés: en coussinets de la grosseur d'un grain de millet à celle d'un pois ou d'une cerise. *Ch. elegans; Ch. pisiformis; Ch. tuberculosa;* dans le *Chaetophora Cornu-Damae* ce sont de jolis arbuscules en forme de corne de Daim, ramifiés dichotomiquement et atteignant jusqu'à 5 cm. de longueur.

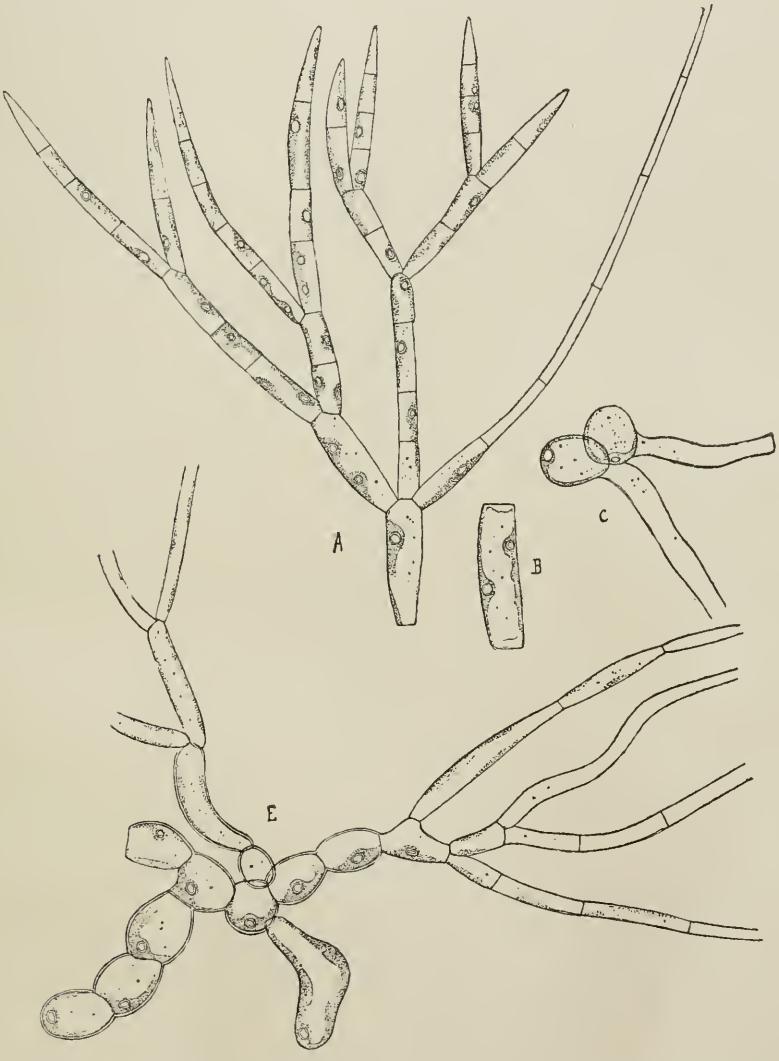


Fig. 225. *Chaetophora pisiformis* (Belotte). — A, rameau dressé avec poil; B, cellule montrant le chromatophore; C, cellules du talon d'où sortent les filaments dressés à cellules allongées et presque incolores; E, portion du thalle rampant et origine des ramifications dressées.

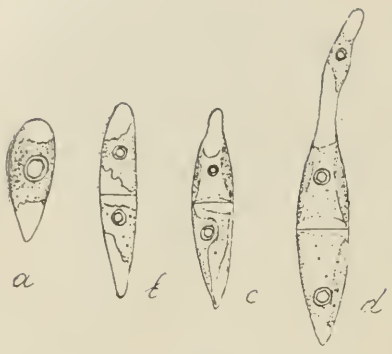


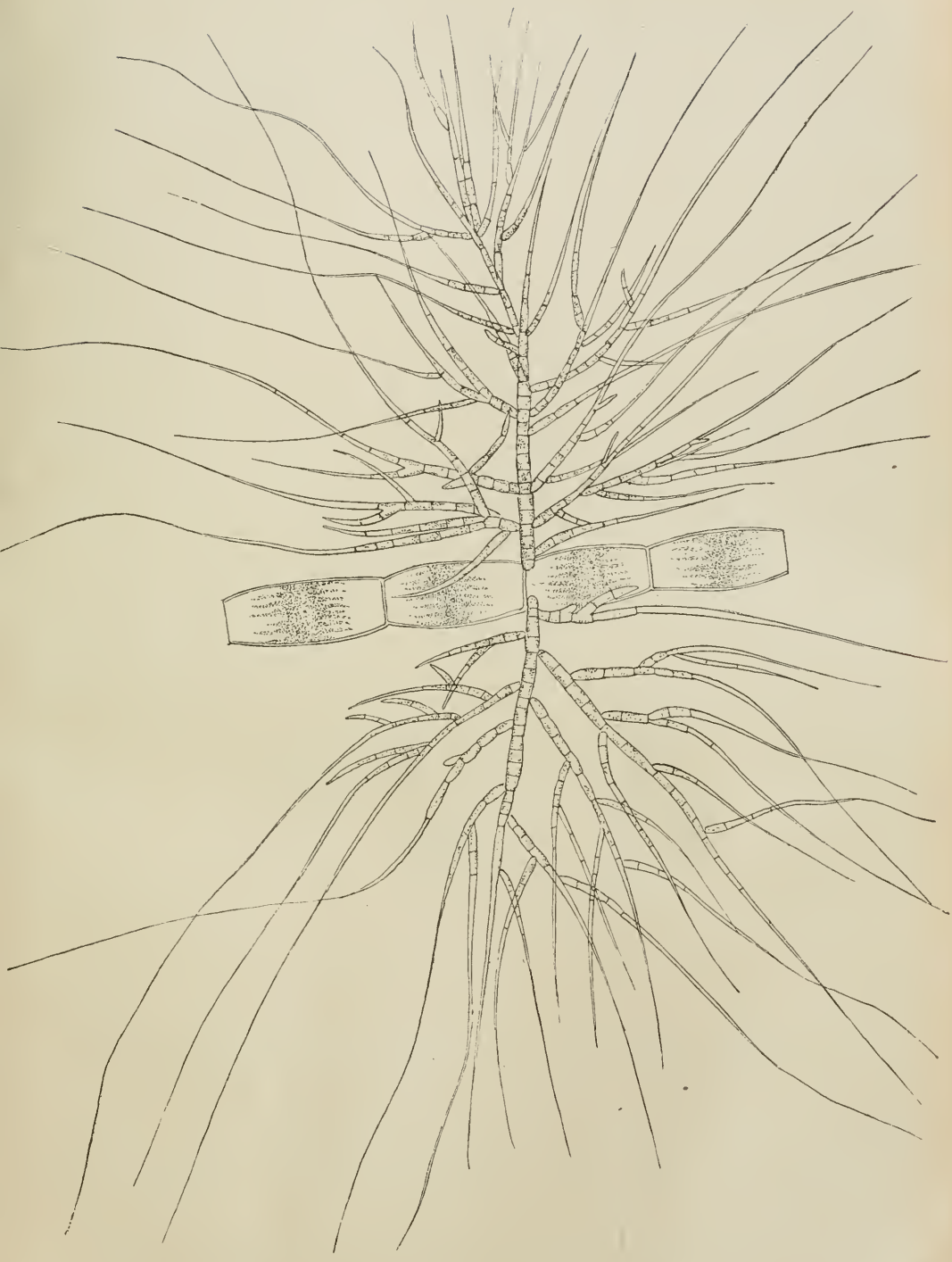
Fig. 226. *Chaetophora sp.* — Germination de la zoospore

Enfin dans le *Ch. elegans* ce sont des cylindres, se développant sur les racines ou les feuilles menues des plantes aquatiques, branches menues des graminées, etc. Ces cylindres ont une surface cérébroïde et forment souvent des masses considérables. Dans les montagnes ces masses verdâtres arrivent presqu'à obstruer les ruisseaux.

Enfin dans le *Chaetophora Cornu-Damae* le thalle est souvent transporté par les animaux aquatiques sur la coquille desquels il s'est fixé. Toutes ces espèces sont assez indifférentes quant au substratum. Les tiges des plantes aquatiques, les pierres des ruisseaux, les coquilles des gastéropodes sont indifféremment choisis.

On ne saurait voir dans ce genre qu'une variation particulière de *Stigeoclonium,* dont il représente le type gélifié et à zoospores biciliées.

Fig. 227. *Chaetophora pisiformis.* — A, plusieurs cellules des rameaux supérieurs, où l'on voit la forme du chromatophore; B, C, germination de la zoospore: B, C, D, E, formation des akinètes et des hypnocystes.



Les *Draparnaldia* sont des Chétophoracées à axe principal différencié. Leurs zoospores sont à 4 cils.

D'une plaque dorsiventrale s'élèvent les thalles dressés ; l'axe principal est toujours nettement distinct ; ses cellules dolioliformes ont leur chromatophore en plaque pariétale médiane, profondément dentée et perforée. Les ramifications s'y font, soit en alternance, soit en opposi-

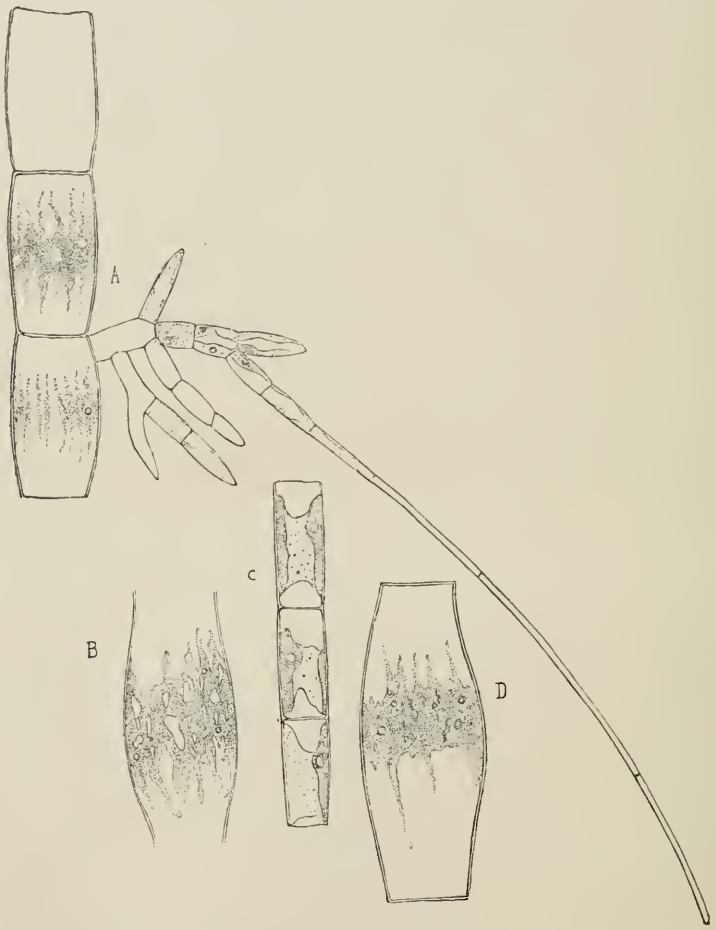


Fig. 229. *Draparnaldia glomerata.* — A, rameau secondaire avec ramifications et poil ; B, D, cellules d'axes de premier ordre; C, cellules des ramuscules.

tion, ce qui est plus commun. Quant aux ramifications tertiaires elles se font comme chez *Stigeoclonium ;* mais ici les ramifications dernières se terminent beaucoup plus régulièrement en un poil très long. Chaque branche prend une forme déterminée, thyrsoide, et comme chacune d'elle constitue un glomérule gélifié, elles forment le long du tronc et des axes

secondaires des apparences non sans analogie avec les thalles de Batrachospermum. Dans les cellules étroites qui forment les glomérules, le chromatophore est encore en forme de plaque, mais c'est à peine si l'on y distingue des (voir dessin) sinuosités. Il ressemble alors à celui d'un

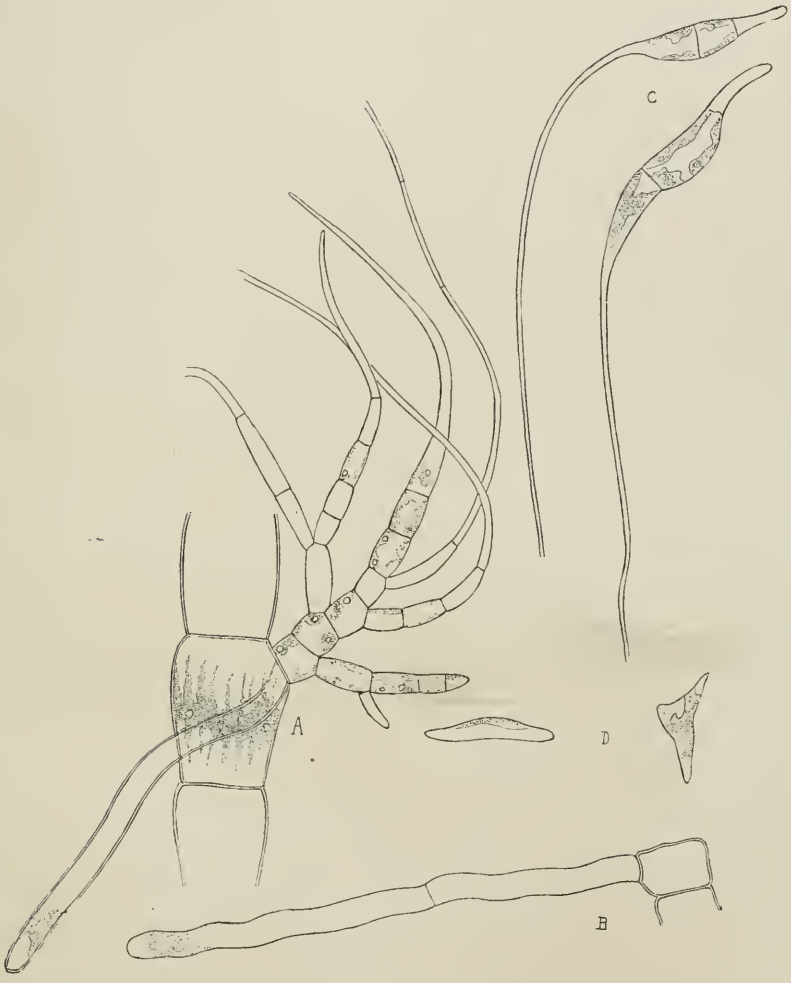


Fig. 230. *Draparnaldia glomerata.* — A, Filament principal produisant un ramuscule à plusieurs poils et un rhizoïde ; B, rhizoïde ; D, zoospores en germination ; C, id., ayant déjà produit un long poil (on ne voit que la base des poils).

Ulothrix à un ou plusieurs pyrénoïdes. Les poils sont pluricellulaires, leurs chromatophores affaiblis ou presque absents, mais d'une excessive longueur.

Des rhizines naissent de la base des ramifications dans les parties anciennes du thalle ; elles sont tout d'abord unicellulaires et très longues,

puis se cloisonnent une ou deux fois. Le chromatophore se porte généralement vers le sommet; le pyrénoïde disparaît.

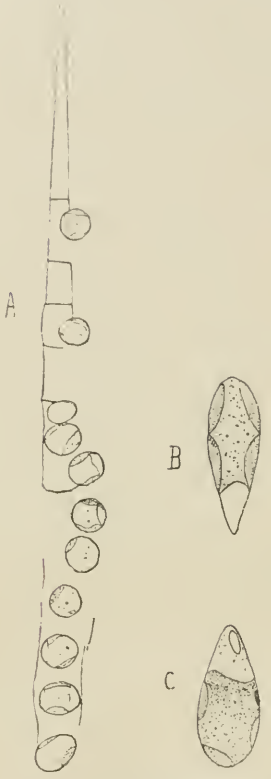


Fig. 231. *Draparnaldia plumosa.* — A, sommet d'un ramuscule au moment où les zoospores vont être mises en liberté; B-C, zoospores (les cils ne sont pas indiqués).

Quant aux zoospores elles naissent isolées ou peu nombreuses des cellules des rameaux mutiques ou poilus. Ce sont des corps oblongs-ovoïdes à chromatophore en plaque, dépourvu de pyrénoïde ou à pyrénoïde indistinct. Il y a un point rouge vers le milieu du corps et des vacuoles pulsatiles. Cette zoospore sort latéralement par destruction de la paroi; elle semble bien correspondre à tout le contenu cellulaire. Il arrive que ces zoospores soient transformées en aplanospores, mises en liberté par le même procédé, mais qui sont arrondies. Finalement des hypnospores se forment souvent de la même manière que chez les *Chaetophora;* leurs membranes s'épaississent, brunissent, tout le filament prend une apparence moniliforme et finalement les cellules se détachent et s'isolent ou restent unies en chaînettes. Ainsi toute la plante se réduit en flocons bruns qui tombent au printemps au fond de l'eau et constituent sans doute des états estivants (fig. 37).

A leur germination les zoospores ordinairement s'allongent, puis donnent naissance à un premier rhizoide court et à un poil souvent très long et unicellulaire. Il y a dans ces premières phases du développement beaucoup d'analogie avec les stades analogues de *Chaetophora.* Gay attribue trop d'importance aux premières phases de la division, qui sont très variables, et le poil loin de naître tardivement peut se former dès le début et en même temps que la rhizine.

Chétophoracées.

Algues filamenteuses, ramifiées, à cellules uninucléées, à chromatophore unique, en plaque pariétale, à un ou plusieurs pyrénoïdes: ramifications terminées en pointe ou prolongées en poil pluricellulaire hyalin ou souvent munies de soies.

Thalle souvent différencié en un rhizome ou en rhizines et en filaments dressés.

Multiplication: par zoospores bi- ou quadriciliées; par isogamètes ou hetérogamètes; par akinètes hypnospores.

Cette famille ne diffère des Pleurococcacées que par la présence de poils ou de ramifications nettement aigues et par la présence *constante* des pyrénoïdes.

Synopsis des genres suisses.

A. Euchétophorées; rameaux pointus ou terminés en poil pluricellulaire.
   Thalle dressé différencié en filament principal plus épais et subhyalin et en ramifications dimorphes . . . . . *Draparnaldia.*
   Thalle non différencié en tronc et branches distincts, muqueux ou non gélifié . . . *Stigeoclonium.*
   Thalle défini, gélifié macroscopique . . . *Chaetophora.*

B. Chétonémées; cellules portant des soies dorsales, unicellulaires.
   Endophytes dans la gelée d'autres algues . . *Chaetonema.*
   Epiphytes sur la membrane des algues . . *Aphanochaete.*

Draparnaldia Bory (1808).

Ann. Mus. XII, p. 399.

Filament principal à cellules dolioliformes à chromatophore équatorial, en bande regulièrement frangée, pâle. Ramifications alternes ou opposées ou verticillées, les secondaires portant des bouquets de ramuscules, terminés par des longs poils.

Zoospores naissant par 1-4 (?) de chaque cellule normale des ramifications, quadriciliées, germant en produisant tout d'abord un poil hyalin.

Thalle gélatineux informe, permettant d'apercevoir à l'œil nu les fascicules des ramuscules tertiaires et ayant une certaine analogie d'apparence avec celui de Batrachospermum.

Draparnaldia plumosa (Vauch) Ag. Syst. p. 58; *Batrachospermum plumosum* Vaucher. Hist. d. Conferves t. XI, f. 2.

Thalle muqueux d'un vert assez gai ou pâlissant, de 1-10 cm., laissant apercevoir les glomérules des ramuscules. Diamètre du filament primaire 40-50 μ, à cellules égales ou à diamètre transversal, plus fort ou rarement moindre, un peu doliiformes; rameaux secondaires opposés ou alternes, également plus ou moins légèrement moniliformes, à chromatophore comme celui des filaments primaires, à cellules proportion-

nellement plus allongées; celles des rameaux tertiaires cylindriques s'atténuant insensiblement en un poil court ou allongé.

Cette espèce se distingue surtout par l'apparence des glomérules formés par les ramuscules, qui est ici à contour lancéolé et la rareté des poils.

Les *Draparnaldia cruciata* Hicks et *D. Billingsii* Wood ne sont que des formes de l'espèce précédente où les rameaux sont verticillés par 4 ou par 3.

Environs de Genève: Route de Fontenex, etc.

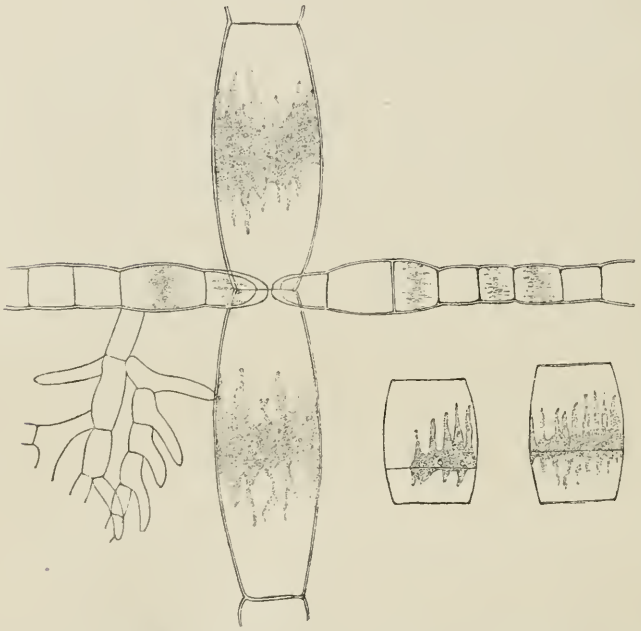


Fig. 232. *Draparnaldia glomerata.* — Figure montrant l'ordre des ramifications primaires, secondaires et tertiaires; deux cellules en voie de division.

Draparnaldia glomerata (Vauch.) Ag. Syst. p. 59; Batrachospermum glomeratum Vauch. l. c.

Ne diffère guère du précédent, sinon par sa taille plus robuste, ses filaments primaires nettement étranglés, ses glomérules de ramuscules à contour ovale (excepté les poils) et ses poils nombreux.

Environs de Genève: Chambésy, fontaine; à l'embouchure du lac avant Bellevue; ruisseaux près de Gaillard, etc. (Chod.); Lœx, Troinex (Vauch.); canton de Vaud dans le Selvoge (Corbaz); environs de Bâle (Borge); abondante dans les ruisseaux à cours tranquille à Champex (Chod.)

Chaetophora Schrank (1789).

Bair. Fl.; *Myriodactylon* Desv. (1809) Journ. bot. II, 307.

Thalle gélifié défini, macroscopique, continu, souvent assez ferme; filaments centraux, plus ou moins rayonnants, allongés, peu ramifiés et portant à leur extrémité des bouquets de ramuscules en corymbe ou en

capitule, plus vivement colorés et dont quelques-uns, souvent les extérieurs, se prolongent en un long poil hyalin, les autres se terminent en pointe courte.

Zoospores bi- (ou 4- ?) ciliées ; hypnospores brunes, résultant de la transformation des cellules des rameaux ultimes.

Thalle globuleux ou en vésicules globuleuses plus ou moins confluentes, ou dichotomique en corne de cerf.

Ch. pisiformis (Roth), Ag. Syst. p. 27. *Batrachospermum utriculatum* Vauch., hist. Conferv. t. XII, f. 2-3.

Thalle hémisphérique d'un vert gai, de la grosseur d'un pois, isolé ou confluent, à ramuscules terminaux, rarement terminés en poils groupés en pinceaux, un peu toruleux.

Diamètre des filaments primaires 9-15 μ., à cellules 2-5 fois plus longues.

St-Gall (Wartm.) ; environ de Genève (Vaucher) ; St-Cergues, Châtelaine, (Théobald) ; Fossé de la Belotte, ruisseaux du coin, Genève (Chod.)

Chaetophora elegans (Roth), Agh. Syst., p. 27.

Diffère du précédent par son thalle ordinairement plus mou, ses filaments et ramuscules plus allongés (7-12 μ.), le plus souvent terminés en poil hyalin, très allongés ; longueur des dernières dichotomies qui portent les ramuscules plus ramifiés, 300-500 μ. ; diamètre de ces filaments 10-12 μ. Ruisseaux et fossés tranquilles ou même agités, mais coulant sur la mousse.

Champex (Chod.) ; Marais de Troinex, (Crevin) ; Grand Piton (Théobald) ; Grand St-Bernard (où ? de Wildm.).

Chaetophora Cornu-Damae (Roth), Syst. 29 ; *Rivularia Cornu-Damae* Roth, Cat. bot. III, 332, Fl. Dan. 1488 ; *Batrachospermum fasciculatum* Vauch. l. c. 116, t. 13, f. 1-2 ; *Ch. endiviaefolia* Ag. (Gray). Kütz. Spec. 532.

Thalle assez ferme, élastique, difforme ou couvert de papilles courtement dichotomiques, coralloïde ou en corne de cerf, plus ou moins aplati et dichotomique, les dernières ramifications courtes (1-8 cm.). Filaments primaires dichotomiques, se dichotomisant d'une manière très répétée vers le sommet ; longueur des rameaux qui supportent les ramuscules penicillés, c'est-à-dire les dernières dichotomies, à peu près 100-130 μ.

Chaetophora tuberculosa (Roth) Hook., in Ag. Syst., p. 27.

Thalles gélifiés, tout d'abord pulvinulé, puis cérébroides, à surface granuleuse non lisse ; proéminences de 0,5-1 mm., souvent plus vivement

colorées; masse gélatineuse, ordinairement plus ferme que dans le *Ch. elegans* et moins hyaline; entre-nœuds moyens proportionellement beaucoup moins longs que dans le *Ch. elegans*, ramuscules terminaux fasciculés en pinceau à filets inégaux, le terminal souvent terminé en un long poil, plusieurs groupés en un corymbe composé assez dense et à contour largement triangulaire. Ce sont ces bouquets qu'on aperçoit à un faible grossissement vus superficiellement, comme une tache verte rayonnante. Diamètre des filaments végétatifs 9-14 μ, les terminaux parfois renflés et un peu moniliformes.

Eaux limpides ou tourbeuses (?), ordinairement en colonies cérébriformes de 1-5 cm.

Ruisseau qui descend au-dessous du chemin de la Croisette, Archamp p. Genève (Chod.); Grande-gorge (Salève), Pierre aux Fées, entre Veyrier et Etrembière (Théobald); Peter et Paul (St-Gall), (Wartm.); Samaden H^te^ Engadine (Brügger).

On a établi plusieurs autres espèces qui sont mal définies:

Ch. radians Kütz, Phyc. german., qui paraît être un stade jeune de *Ch. elegans* et non de *Ch. pisiformis,* comme semble le croire de Toni.

Ch. flagellifera Kütz. Sp. ne paraît être qu'un état de *Ch. elegans,* à filaments un peu plus épais. — Le *Ch. monilifera* Kütz. n'est évidemment qu'un état où les ramuscules terminaux se transforment en hypnocystes; il en est de même du *Ch. pachyderma* Wittrock, mais il est impossible de les rattacher à l'une des espèces connues.

Il est probable que les espèces de *Chaetophora* sont plus nombreuses, mais elles n'ont jamais fait l'objet d'un travail sérieux et critique. Nous n'avons pas su jusqu'à présent découvrir d'autres espèces que celle qui précèdent.

Stigeoclonium Kützing (1843).

Phycolog. general. p. 253.

Thalle filamenteux, ramifié, non différencié en tronc principal et ramifications; toutes les cellules sauf celles des poils sont zoosporipares; ramifications isolées, souvent très allongées, jamais groupées en fascicules denses, souvent régulièrement ramifiées à ramuscules courts, acuminés ou terminés par un long poil hyalin. Talon prothalliforme adhèrent au substratum, parfois gélifié et palmelloïde.

Zoospores 4-ciliées, 1 à plusieurs par cellules: macro- et microzoospores; gamètes biciliés.

Stigeoclonium tenue (Ag.) Rbh., Fl. Eur. Algar. III, p. 377.

Thalle lubrique, informe non défini, 5-50 mm.; filaments peu ramifiés; branches simples ou peu divisées, ne se terminant pas en un

Fig. 233. *Stigeoclonium sp.* — Stades divers de la germination des zoospores. (Carouge).

poil; cellules du tronc 1-3 fois plus longues que larges, 9-15 μ de diam., un peu articulées, de là l'apparence légèrement toruleuse du filament.

Cette espèce est très variable et difficile à délimiter.

Faucille près de Genève; Vuache, dans un petit ruisseau; Carouge près d'une fontaine.

Stigeoclonium protensum (Dillw.) Kuetz. Sp. Alg. 355.

Diffère du précédent par ses thalles plus courts, par ses filaments à rameaux allongés terminés par un long poil hyalin; cellules de 12-16 μ

épaisses, cylindriques aussi longues ou deux fois plus longues ; les ramuscules sont ordinairement isolés.

Sources au-dessous d'Archamp p. Genève (Théobald) ; ruisseau près de la Belotte, Genève (Chod.).

Fig. 234. — *Stigeoclonium protensum.* — F, filament dressé donnant naissance à deux rameaux qui se terminent par un poil dont on n'a dessiné que la base ; G, origine d'une ramification ; H, ramifications avec poils.

Stigeoclonium longipilum Kuetz. Spec. algar. 354.

Filaments groupés en petits bouquets à éléments radiants, cespiteux 5-10 mm. ; thalle peu gélatineux d'un vert gai ; cellules 11-14 μ, égales ou 2 fois plus longues ; ramifications rares groupées vers le haut et terminées par un long poil hyalin ; filaments un peu articulés, un peu toruleux.

Var. lacustre nob.

Filaments vers la base, à cellules allongées, desquelles procèdent des

rhizoïdes nombreux, disposés en corbeille et au moyen desquels le thalle se fixe.

Abondant sur les Cladophora du rivage caillouteux du lac de Genève.

Stigeoclonium subsecundum Kütz. Sp. Alg. 352.

Filaments peu ramifiés, à ramuscules insensiblement atténués vers l'extrémité, très hyalins, disposés en un strate mince floconneux, muqueux; diam. des cellules inf. 10-20 μ, 4-6 fois plus longues; ramuscules plus ou moins unilatéraux.

Fig. 235. *Stigeoclonium longipilum* var. lacustre nob. — A, filament sur lequel on voit bien la croissance intercalaire; B-C, filaments produisant des rhizoïdes.

Cette espèce est surtout caractérisée par sa teinte claire, ses cellules très allongées et ses ramuscules raccourcis.

Trouvé par Kützing dans les eaux sulfureuses d'Aarziele près de Berne.

Stigeoclonium variabile Næg., in Kütz. sp. 352.

Filaments peu ramifiés, pas toruleux, à membrane mince, paraissant le plus souvent non ramifiés; diam. des cellules 6-6,5 μ.

Assez commun dans les aquariums, les cultures, etc. Genève, Zurich.

B. a. Chétonémées isogames.

On peut réunir sous ce nom les Chétophoracées dont les poils sont unicellulaires, articulés ou de simples expansions qui restent en continuité avec les cellules mères, et sont en réalité des soies. Pour le reste elles rappellent extrêmement les autres Chétophoracées.

Fig. 236. *Stigeoclonium flagelliferum.* — Thalle ramifié (d'après Tilden).

Chaetonema cependant forme un type de passage. Pour se rendre compte du mode de ramification, dit Huber, il faut prendre la germination comme point de départ. Cette algue qui vit en endophyte dans la gaîne des Batrachospermes s'enfonce directement dans ce mucus, tendant à s'approcher de l'axe principal. Arrivée là, quelquefois plus tôt, elle se recourbe et rampe parallèlement à cet axe, produisant ça et là des rameaux qui lui ressemblent par leur aspect et que l'on a appelés primaires. Ils servent à implanter l'algue verte dans le Batrachosperme. Sur ces rameaux primaires, souvent déjà sur le filament germinatif, pénétrant dans le mucus, il se forme des rameaux qui, au lieu de pénétrer et de ramper le long des axes du Batrachosperme, s'élèvent perpendiculairement et se dirigent vers la surface de la gaîne gélatineuse. Ces rameaux secondaires portent souvent des rameaux tertiaires et ainsi de suite, de sorte qu'il résulte de ces ramifications un buisson rameux. Les rameaux secondaires, tertiaires, etc., peuvent être représentés par des poils unicellulaires qui, comme les rameaux végétatifs, sont souvent insérés en *série unilatérale.* L'insertion d'un rameau secondaire sur le filament primitif se trouve toujours du côté externe et le plus souvent sur le milieu d'une cellule. L'insertion des rameaux et des poils secondaires et tertiaires devient de plus en plus nettement terminale à mesure *qu'on se rapproche de la surface du thalle du Batrachosperme.* Quand la pointe d'un rameau secondaire ou tertiaire a atteint à peu près la limite extérieure du mucus, elle arrête son développement végétatif et ne fournit plus que des poils vers l'extérieur.

La longueur des cellules diminue généralement de la base au sommet.

Les zoospores naissent par bipartition du contenu cellulaire dans le sens transversal ou longitudinal. Elles possèdent 4 cils et ordinairement un point rouge. Leur germination se fait par production d'un tube germinatif hors de la zoospore qui conserve pendant longtemps encore sa forme arrondie, alors que tout un filament et ses ramifications sont déjà constitués.

Fig. 237. *Chaetonema irregulare* Nowak. — (D'après Huber).

On a décrit une fragmentation du thalle par gélification de la couche mitoyenne et d'autre part, comme chez les *Stigeoclonium,* les poils unicellulaires peuvent terminer ou remplacer les rameaux végétatifs. L'homologie de ces formations avec les rameaux végétatifs est évidente ; ce sont simplement des cellules appauvries et nucléées.

Huber a décrit la végétation du *Chaetonema irregulare* à l'état libre. Dans ces conditions le thalle ramifié perd ses poils. Certains rameaux, correspondant aux rameaux qui donnent les zoospores dans les plantes endophytes, gélifient leur membrane, et leurs cellules, s'arrondissant dans l'intérieur de la gelée, constituent un état palmelloïde.

En d'autres points, certaines cellules d'un rameau se renflent et commencent à bourgeonner. Les bourgeons, d'une forme hémisphérique au début, s'arrondissent plus tard et se séparent de la cellule mère par une cloison. La cellule fille, pourvue d'un chromatophore et d'un pyrénoïde, peut être mise en liberté par gélification et diffluence des couches

Fig. 238. *Chaetonema irregulare*. — A, 1-7 germination de la zoospore; B, terminaison d'un filament et insertion d'un poil (soie); C, disposition du *Chaetonema* dans la gelée du *Batrachospermum* dont on voit les extrémités des rameaux; D, zoospores.

extérieures de la membrane qui la réunissait à la cellule mère. Il n'est pas rare de rencontrer un rameau complètement couvert de ces bourgeons.

Des cellules isolées peuvent se renfler beaucoup et finalement former des bourgeons à leur surface. Rarement dans ces conditions les bourgeons s'allongent immédiatement en filaments. Ces cellules donnent finalement naissance à de nombreuses cellules spores.

Cette formation des bourgeons est évidemment analogue à celle des poils qui naissent aussi par bourgeonnement, comme d'ailleurs souvent les rameaux dressés de plusieurs Stigeoclonium.

B. b. Chétonémées hétérogames.

Aphanochaete repens est une algue commune sur les filaments d'Oedogonium, de Cladophora et de Mougeotia. Elle forme des filaments courts, peu ramifiés; les cellules portent ordinairement un poil unicellulaire sur le dos. Le nombre des poils peut varier sur chaque cellule (Schmidle). Dans les cultures les poils sont remplacés quelquefois par des rameaux dressés, mais on ne les a pas observés dans la nature.

Ces poils sont un peu épaissis en tubercule à leur base; ils sont séparés de la cellule mère par une cloison et ne doivent ainsi pas être confondus avec les soies, communes chez certaines Chétophoracées. Leur développement est le suivant: la cellule pousse une papille, dans laquelle se rend l'un des noyaux résultant de la division du noyau de la cellule mère. Peu après son allongement une cloison sépare le jeune poil de la cellule mère, puis ce dernier s'allonge beaucoup tout en se

renflant en bulbe à la base. Il est probable que le noyau de ce poil s'atrophie complètement.

Ces poils unicellulaires finissent toujours par tomber, et il n'en reste que la partie inférieure, dont la membrane est plus ferme. Les poils peuvent être remplacés par d'autres qui naissent sur les mêmes cellules à côté des premiers.

Schmidle a décrit une seconde espèce d'*Aphanochaete,* dans laquelle les poils sont nettement engaînés à leur base. On a d'ailleurs considéré les bases curieuses des poils de l'*Aphanochaete repens* comme engaînées.

Fig. 239. *Chaetonema irregulare.* — Développement libre dans milieu de culture liquide. — A, filament sans poils; B, C, D, H, H, G, filaments anormaux bourgeonnants; I, cellule géante; J, état palmelloïde; E, G, état botryoïde sporulant (d'après Huber.)

Les zoospores naissent au nombre de deux ou d'une, ou même de quatre dans chaque cellule. Dans les filaments rampants elles commencent à se former par les cellules du centre; dans les filaments dressés au contraire, elles se forment à l'extrémité des filaments. Dans un milieu concentré, les zoospores passent à l'état de spores. Par diffluence des membranes et nouvelles divisions il en résulte de petits amas; d'autres s'agrandissent et forment en bourgeonnant un état particulier déjà cité pour le *Chaetonema.* Les zoospores sont mises en liberté par rupture de la cellule. Une vésicule entoure ces éléments mobiles au moment de leur émission.

La germination de ces zoospores est variée, tantôt unilatérale tantôt bilatérale. Le premier cas est le plus commun dans la nature.

Les zoospores varient beaucoup comme grandeur; leur point rouge est présent ou rarement absent.

Le genre *Aphanochaete* est tout particulièrement intéressant à cause de sa reproduction sexuée.

Dans les thalles issus des zoospores on peut voir se différencier les

cellules centrales en oogones. Dans ces derniers s'accumule une quantité considérable de matières amylacées et oléagineuses, parmi lesquelles de grosses gouttes huileuses.

Les anthéridies sont des cellules périphériques, presque incolores, beaucoup plus petites et souvent groupées d'une façon particulière.

On les voit naître quelquefois sur de courts rameaux dressés (f. 241), d'autres fois ce sont des cellules terminales.

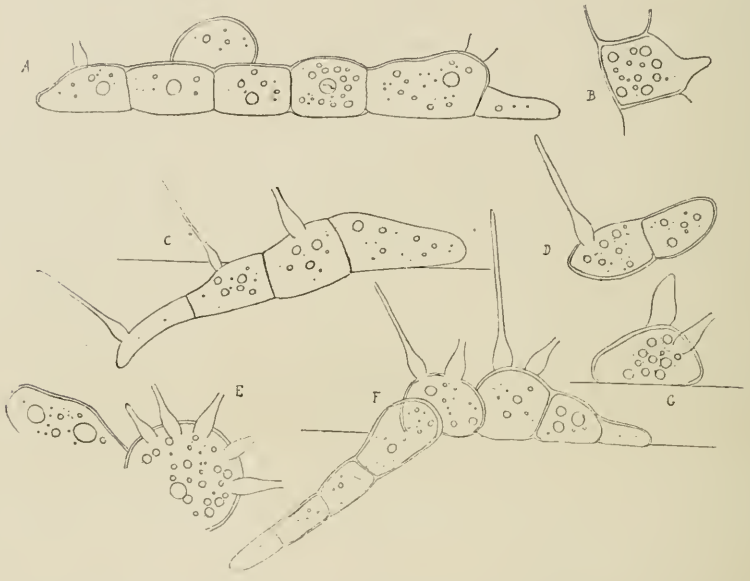


Fig. 240. *Aphanochaete repens.* — A, filament simple, dont deux cellules ont porté des poils qui sont maintenant tombés; B, origine d'une soie; C, filament simple; D, id., bicellulaire; E, oogone plurisété; F, commencement d'une différenciation en cellules centrales renflées et cellules centrifuges étroites; G, stade unicellulaire.

Comme les zoospores dans les cellules du thalle asexué, les anthérozoïdes naissent dans les anthéridies par un ou par deux; comme les premières, ils sont entourés d'abord d'une vésicule hyaline. Celle-ci difflue bientôt et les anthérozoïdes, qui présentent des mouvements très vifs, sont mis en liberté et parcourent rapidement le liquide. Le chromatophore y est réduit et l'extrémité antérieure étirée en bec hyalin, qui porte 4 cils. Il y a deux vacuoles pulsatiles. Les anthérozoïdes sont plus petits que les zoospores.

L'oogone est une cellule qui porte un poil. Ce dernier tombe d'abord; l'œuf est mis en liberté par rupture de la membrane de l'oogone au sommet. Il est expulsé, mais reste encore entouré d'abord d'une vésicule hyaline, tout à fait comme les zoospores, dont il ne diffère

que par ses dimensions plus considérables et par son contenu plus riche en matière de réserve.

Fig. 241. *Aphanochaete repens.* — A, filament différencié en cellules centrales — sporanges, sp., dont deux sont vides; une autre contient les zoospores; cellules périphériques anthéridies, vides, an; B, filament ramifié; Oo, oogones, deux vides; an, anthéridies. — On voit au-dessus d'un des oogones vides, l'oosphère 4-ciliée approchée par deux gamètes mâles. — On a négligé de dessiner la sphère gélifiée autour de l'oosphère (d'après Huber).

Elle ne présente que des mouvements très faibles ou presque nuls, et c'est dans cet état qu'elle attend l'anthérozoïde.

La fécondation a lieu par pénétration de l'anthérozoïde dans l'œuf (v. fig. 242).

Le développement ultérieur n'est pas certain.

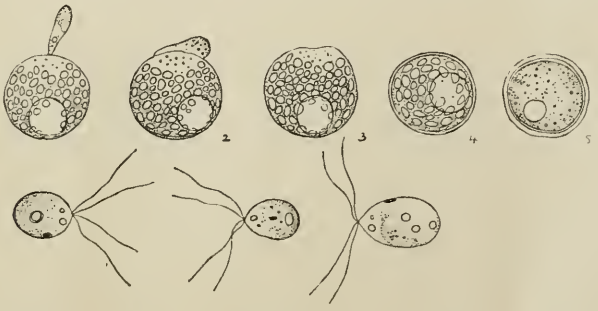


Fig. 242. *Aphanochaete repens.* — 1, oosphère atteinte par le bec de l'anthérozoïde; 2, ce dernier couché sur la tache hyaline; 3, fusion; 4-5, zygote — au-dessous 3 zoospores (d'après Huber).

Les oogones déjà différenciés peuvent, si l'on diminue l'intensité lumineuse, donner naissance à des zoospores. De même des oosphères fécondées semblent pouvoir germer directement en donnant naissance à des zoospores.

Schmidle a décrit une seconde espèce, l'*Aph. pilosissima* Schmidle, qui ne diffère de celle décrite plus haut que par les poils engaînés et hérissés à leur base et par des anthéridies qui se développent sur le parcours des filaments. Ces observations sont cependant encore douteuses, vu qu'elles ont été faites sur du matériel fixé à l'alcool.

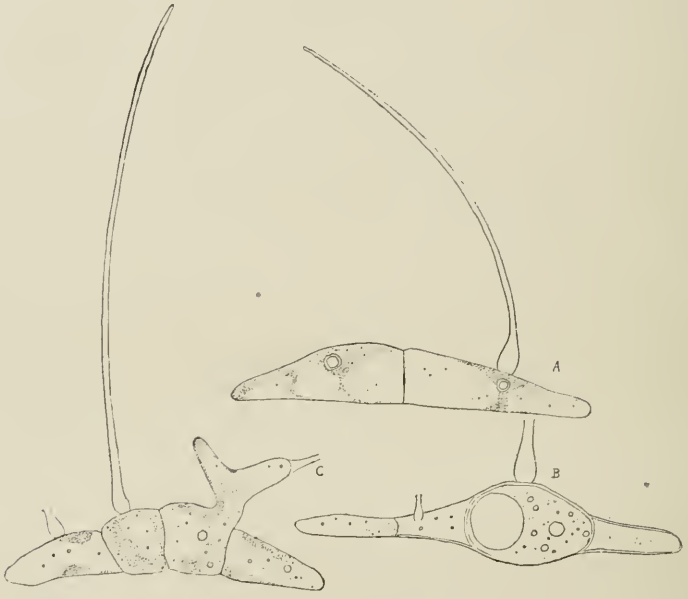


Fig. 243. *Aphanochaete repens.* — A, filament bicellulaire, dont l'une des cellules porte un poil ; B, filament paucicellulaire, différencié en une cellule centrale contenant un gros globule d'huile (oosphère?) ; C, filament court sur lequel il est facile de se convaincre de l'homologie du poil c, et d'une ramification : ce poil dorsal est en partie remplacé par un rameau. (Jardin des Bastions, Genève).

L'affinité de ce genre avec *Coleochaete* est évidente. Ce dernier n'en diffère guère par des caractères très importants. L'œuf reste enfermé dans l'oogone ; les poils sont remplacés par des soies engaînées, mais il est évident d'après ce qui précède que dans une série très naturelle comme celle des Chétophoracées, les poils sont parfois remplacés par des soies et que les deux organes sont homologues (pg. 45). Nous avons vu, en effet, que les soies aussi bien que les poils peuvent dans des conditions données passer à des rameaux dressés normaux (fig. 243).

Aphanochaete A. Braun.

Thalle rampant, faiblement ramifié, ne se terminant pas en poil, mais portant sur le dos de quelques cellules un poil dressé, un peu renflé en tubercule à la base et séparé de la cellule mère par une cloison.

Zoospores quadriciliées ; hétérogamie exprimée par des gamètes mâles petits à peu près incolores, nés dans des cellules plus petites par un ou par deux, quadriciliés, et par des gamètes femelles nés isolés dans un oogone renflé, souvent sétifère et fécondés devant l'oogone peu après leur expulsion. Ils sont également quadriciliés et entourés d'une vésicule gélifiée.

Aphanochaete repens A. Braun.

Verjüng. pag. 196; Berthold, Untersuch. über die Verzweig. einiger Süsswasseralgen, t. 4, f. 2-5 ; J. Huber, Bull. de la Soc. bot. de France, XLI.

Herposteiron confervicolum Naeg. ; *H. repens* Wittr. ; *H. Braunii* Hub

Caractères du genre ; diamètre des cellules végétatives 5-12, 10-16 ; zoospores arrondies ou ovales ; point oculaire absent ou présent.

Commun aux environs de Genève sur les plantes aquatiques submergées, en particulier sur les Oedogonium et les Cladophora, Jardin botanique, Pinchat, au bord du lac, etc. (Chodat), Zurich (Naegeli).

L'*Aphanochaete pilosissima* Schmidle ne diffère de la précédente que par ses poils à tubercules basilaires hérissés (Hedwigia).

L'*A. polytricha* Nordt. est une espèce du genre *Conochaete* Kleb., et l'*Aph. globosa* doit entrer dans le genre *Chaetosphaeridium* Kleb. (Huber l. c.)

Coléochétacées.

Les Coléochétacées sont à peine différentes des Chétophoracées dont elles ne représentent en somme que le terme final de la série. Ce sont des Chétophoracées à sexualité nettement différenciée. Le genre *Aphanochaete* dans la famille précédente est si voisin de ces plantes-ci, qu'on hésite à le placer encore parmi les Chétophoracées. En effet, l'hétérogamie y est tout autre que chez ses congénères ; mais la présence de 4 cils, la structure du thalle en font plutôt une Chétophoracée qu'une Coléochétacée.

Dans ces dernières on peut distinguer, quant à l'appareil végétatif,

deux types principaux: les espèces à thalle rampant et celles dont le thalle est dressé comme chez les Chétophoracées.

Les espèces à thalle rameux dressé sont gélifiées et forment de petits coussinets sur les plantes aquatiques ou sur les pierres. Ce sont

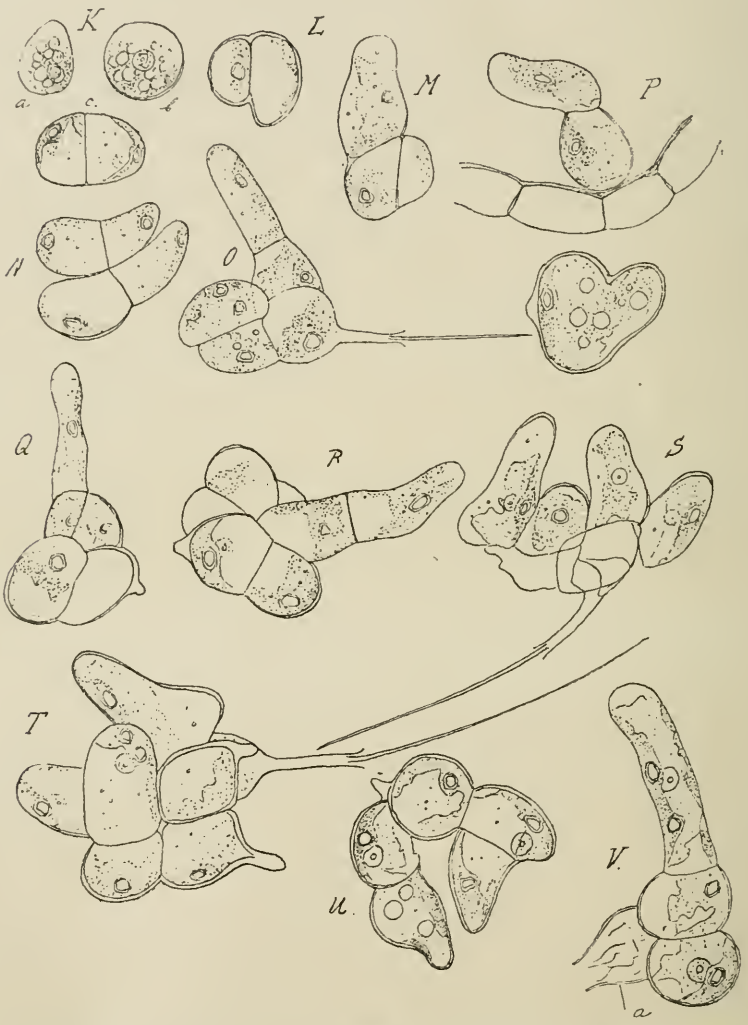


Fig. 244. *Coleochaete pulvinata.* — K, L, M, N, O, développement d'un petit thalle à partir de la zoospore; P-V, thalles plus avancés, dont S et V ont déjà émis des zoospores. — En P, on voit une des cellules du contenu de l'oogone germant.

des filaments dont la ramification ne diffère pas essentiellement de celle d'un *Stigeoclonium*. Des soies naissent sans ordre de certaines cellules, dans la partie supérieure des filaments. Ces soies sont toutes entourées d'une gaine à leur base et peuvent s'allonger démesurément.

Le développement de cette plante (*C. pulvinata*) que l'on peut considérer comme la moins modifiée des Coléochétées, se fait à partir d'une zoospore qui, s'étant subdivisée en deux, tantôt continue son développement dans la même direction et produit alors un anneau, tantôt se subdivisant en sens contraires, donne naissance à des thalles rudimentaires de quatre cellules, qui poussent très irrégulièrement des papilles et finalement des filaments courts. Sur les cellules arrondies se développent de bonne heure déjà, soit des boutons cellulosiques, soit des soies normales. Ce petit thalle n'est rampant qu'en partie ; déjà alors des cellules s'élèvent et sont l'origine du thalle dressé. En tout ce développement il y a une similitude parfaite avec ce que l'on a décrit pour les Chétophoracées. La ramification se fait dans cette plante comme chez un *Aphanochaete*. C'est au-dessous de la paroi supérieure que se produit une papille, qui se séparera de la cellule mère par une cloison. Les cellules terminales fonctionnent comme cellules mères ; ces dernières ne se ramifient pas.

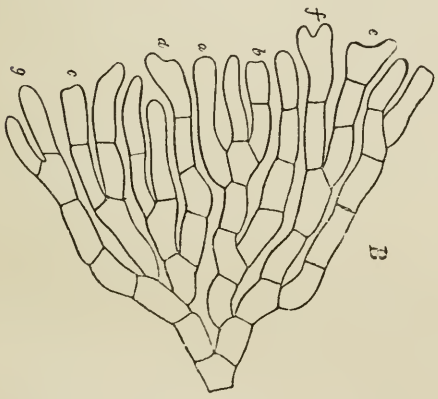


Fig. 245. *Coleochaete soluta*. — Portion du thalle d'après Pringsheim.

Le premier développement tel qu'il a été décrit par Pringsheim ne cadre pas exactement avec ce que je viens de décrire. Cet auteur en effet assimile parfaitement le *C. pulvinata* avec le *C. soluta* dans son premier développement, sans cependant figurer les premiers états.

La germination du *C. soluta* dont le thalle présente un somatropisme très marqué, se fait après la division de la zoospore en deux, par production de papilles aux dépens de ces cellules ; il y a, dès le début une tendance marquée à la ramification dichotomique. Cela est évident quand on jette un coup d'œil sur la succession de ces premiers états. L'adhésion au substratum provoque chez toutes nos algues vertes dorsiventrales filamenteuses une ramification dichotomique. Cela est évident dans plusieurs *Gongrosira*, chez les *Cephaleuros*, les *Phycopeltis*, sans que ce mode de ramification puisse être un indice de l'affinité. Cela est simplement un effet de l'adhérence au substratum.

Même chez des Cyanophycées où la ramification par dichotomie n'est certainement pas habituelle, le genre *Hyella* montre très souvent le même phénomène, dû, ici aussi, à l'action du substratum.

Grâce à cette dichotomie naissent les thalles si caractéristiques figurés. Finalement, ce développement se faisant très régulièrement en

rayonnant autour d'un centre, il se produit un faux parenchyme par le fait de la proximité des filaments et des ramifications.

Le troisième type est représenté par le *C. scutata*, une espèce bien commune sur les feuilles et les tiges des plantes aquatiques submergées.

Ici la zoospore se divise en deux cellules superposées ; la supérieure se termine par un poil et reste indivise, tandis que l'inférieure se multiplie par des cloisonnements répétés et forme un disque à une seule assise de cellules, dont les cellules sont arrangées concentriquement en cercles autour du point de fixation de la zoospore. Sur ce disque on peut voir la cellule qui était le résultat de la division transversale de la zoospore.

Dès que, par les premiers cloisonnements qui ne sont pas toujours réguliers, il s'est formé aux dépens de la cellule inférieure issue de la zoospore, un petit disque, ce dernier ne s'accroît plus que par division des cellules périphériques. C'est ainsi que le disque croît exclusivement à la périphérie, tandis que le centre cesse de s'accroître.

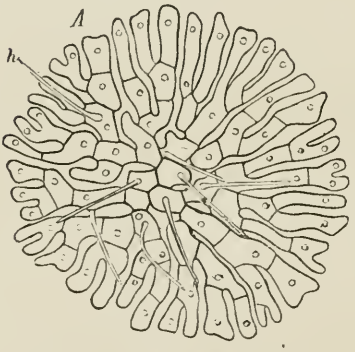


Fig. 246. *Coleochaete soluta*.

La division des cellules périphériques se fait soit par des parois radiales, soit par des cloisonnements tangentiels. Par les divisions tangentielles le nombre des cercles concentriques est augmenté, tandis que pour suivre cet accroissement, des parois radiales ramènent les cellules à un volume normal.

Pringsheim a trouvé que le nombre des cloisons tangentielles était supérieur à celui des cloisons radiales, c'est-à-dire que la division radiale ne se fait qu'après plusieurs divisions tangentielles.

Si ce cloisonnement se faisait avec régularité, tout le thalle serait composé de cercles parfaits et concentriques, mais l'accroissement est indéfiniment variable ; chaque segment peut s'allonger indépendamment et se cloisonner de même. Ainsi naissent des disques dont le contour et l'arrangement cellulaire est soumis à bien des variations.

Les premières divisions dans la cellule inférieure du thalle se font, d'après Pringsheim, ordinairement comme suit :

Après une première division, les cellules s'allongent et se subdivisent irrégulièrement en 4 cellules qui, à leur tour seront découpées tantôt par des parois tangentielles, tantôt par des parois radiales. Mais ce développement varie d'une plante à l'autre.

Ces divers types sont réunis par des intermédiaires, qui rendent la détermination difficile. C'est ainsi que le *C. divergens* ressemble au

C. pulvinata, mais au lieu de donner naissance à des coussinets comme ceux de *C. pulvinata*, il forme un thalle très irrégulier et non régulièrement rayonnant.

Le *Coleochaete irregularis* est intéressant parce qu'il réalise la tendance à la production d'un thalle appliqué contre le substratum, mais se ramifiant à la façon de *C. pulvinata*, c'est-à-dire sans dichotomie (v. fig. 248).

Pringsheim pense que la différence entre *C. divergens* et *C. pulvinata* provient du fait que, à la germination, il n'y a pas formation d'un centre bicellulaire comme celui qu'il décrit pour le *C. soluta* et qu'il suppose pour le *C. pulvinata*. Mais j'ai déjà montré que le *C. pulvinata* germe d'une manière très irrégulière et sans doute il en est de même chez le *C. divergens*.

En résumé le thalle des Coleochaete se développe :

1° à la manière d'une Chétophoracée avec rameaux dressés: *C. pulvinata;*

2° à la manière d'un talon hypothalle de Chétophoracée: *C. divergens, C. irregularis* ;

3° par dichotomie : *C. soluta ;*

4° par accroissement marginal d'un petit disque quadricellulaire: *C. scutata.*

Ce dernier mode de croissance peut être considéré comme résultant de la concrescence congénitale de ramifications rayonnantes. Il est facile, en effet, de saisir dans un disque de ce type la dichotomisation des séries (filaments concrescents), se faisant par des parois radiales au lieu de se faire par des parois obliques comme chez *C. soluta*.

On ne saurait parler ici de soudure, mais néanmoins il semble évident que la concrescence originelle des ramifications de ces plantes a amené ces dernières à se segmenter selon des lois qui sont déterminées par de nouvelles tensions. On peut considérer ce thalle comme constitué de filaments rayonnants concrescents. Leur croissance se fait principalement dans le sens de la longueur; de là naît une tension maximale dans cette direction, qui explique le cloisonnement tangentiel prédominant; mais, avec l'allongement croît aussi la place disponible latéralement et, en vertu de l'expansibilité de ces cellules dans le sens radial, comme dans le sens tangentiel, naissent de nouvelles tensions, qui font apparaître le cloisonnement radial. On sait d'après les recherches de Kny, que le sens du cloisonnement est en majeure partie déterminé par le sens des tensions, auquel il est généralement perpendiculaire.

L'absence de rhizoïde est générale chez ces plantes. Cela est d'ailleurs aussi le cas chez les *Aphanochaete* et chez toutes les algues qui ont un développement dorsiventral marqué.

Chaque cellule a un chromatophore pariétal irrégulier et souvent

découpé sur ses bords. On y trouve un ou deux gros pyrénoïdes. Un gros noyau est toujours voisin du pyrénoïde (Oltmans[1]).

Reproduction asexuelle.

Chez les Coléochétacées il se forme une seule zoospore par cellule. Cela arrive aussi chez les Chétophoracées, mais ce caractère n'y acquiert pas une importance prépondérante. Ici, au contraire, cette particularité devient définitive.

Lorsque la cellule va donner naissance à une zoospore, le pyrénoïde devient indistinct, des globules d'huile apparaissent et tout le contenu est expulsé par gélification du périplasma. Ces zoospores peuvent sortir

Fig. 247. — *Colcochaete pulvinata* (d'après Pringsheim). — A, Portion d'un thalle dressé; on voit le mode de ramification et les soies engaînées (h), — au sommet de quelques rameaux sont des oogones (og), des anthéridies (an); les gamètes mâles (z) sont visibles au-dessus du thalle —; B, oogone cortiqué; — C, germination de l'embryon: à gauche on voit enfermé encore dans l'écorce un pseudo-parenchyme, à droite l'enveloppe a été rompue et les cellules embryonnaires sortent: — D, zoospores.

par un orifice arrondi de la surface extérieure des cellules du thalle (*C. scutata*) ou par dissolution du sommet de la cellule terminale (*C. pulvinata*). On ne remarque pas de stigma. Les zoospores sont largement ovoïdes et munies de deux longs cils. On n'y remarque point de bec. Lorsqu'elle se fixe, elle présente d'ordinaire une apparence arrondie. Peu après s'être arrêtée, elle s'allonge transversalement (*C. pulvinata*), son chromatophore se divise en deux et deux pyrénoïdes apparaissent. En même temps les globules d'huile diminuent (v. f. 244).

[1]) Oltmans, F. *Die Entwickelung der Sexualorgane bei Coleochaete pulvinata*, Flora, 1898, 1.

Toutes les cellules du disque sont capables de produire des zoospores; chez les espèces filamenteuses, celles-ci naissent aux dépens des cellules terminales des ramifications secondaires.

Reproduction sexuée.

L'hétérogamie étant bien marquée, les cellules qui fonctionnent comme gamétanges prennent une apparence spéciale. L'oogone a, lorsqu'il est prêt à être fécondé, l'apparence d'une bouteille terminée par un col plus ou moins long. Chez *C. pulvinata* c'est la cellule terminale d'une ramification qui se renfle (fig. 247 b) et se prolonge en un bec. Finalement le sommet s'ouvre et le contenu s'arrondit en une oosphère.

Les gamétanges mâles naissent à la façon des ramifications; mais la papille reste petite et se sépare bientôt de la cellule mère. Il se forme parfois plusieurs papilles semblables (v. fig. an). Chacune s'ouvre au sommet pour laisser sortir le gamète mâle, qui ne diffère de la zoospore que par sa grandeur moindre (z).

Chez *C. pulvinata* c'est souvent la cellule support de l'oogone qui bourgeonne ainsi pour produire ces papilles *incolores*. Il y a ordinairement 2-3 gamétanges mâles sur une cellule mère. Les anthérozoïdes sont incolores ou faiblement colorés.

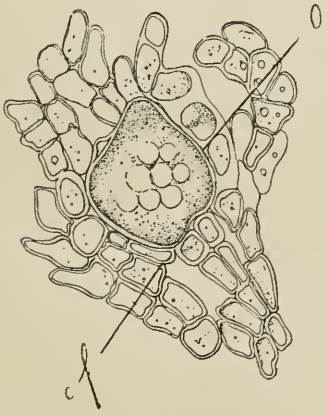


Fig. 248. *Coleochaete irregularis.* — Portion d'un disque, contenant un oogone jeune, intercalaire (0). (Champex).

Dans le *C. scutata* la formation de l'oogone est mal connue. On sait seulement que des cellules du thalle, souvent disposées en séries concentriques, se renflent beaucoup et deviennent des oogones. On n'y a point vu de col. Par leur développement excessif, elles débordent sur les cellules végétatives.

Les gamétanges mâles sont de petites cellules végétatives. Le développement de ces gamétanges mâles se fait par plages. Il semble que ce ne sont pas les mêmes thalles qui donnent naissance aux gamètes mâles et que le *C. scutata* réalise un type dioïque. Les gamètes mâles sont ici de même apparence que chez le *C. pulvinata*.

Après la fécondation[1]) l'oogone devient cortiqué par la prolifération de la cellule support, dont les rameaux s'appliquent étroitement contre l'oogone, se ramifiant à leur tour en ramuscules rampants. Enfin des ramifications de filaments plus éloignés peuvent prendre part à la for-

[1]) Voir aussi: Oltmans, l. c.

mation de cette écorce. Par leur accroissement et leur division, il se forme une couche unique de cellules polyédriques étroitement conniventes, couronnée encore pendant quelque temps par le col.

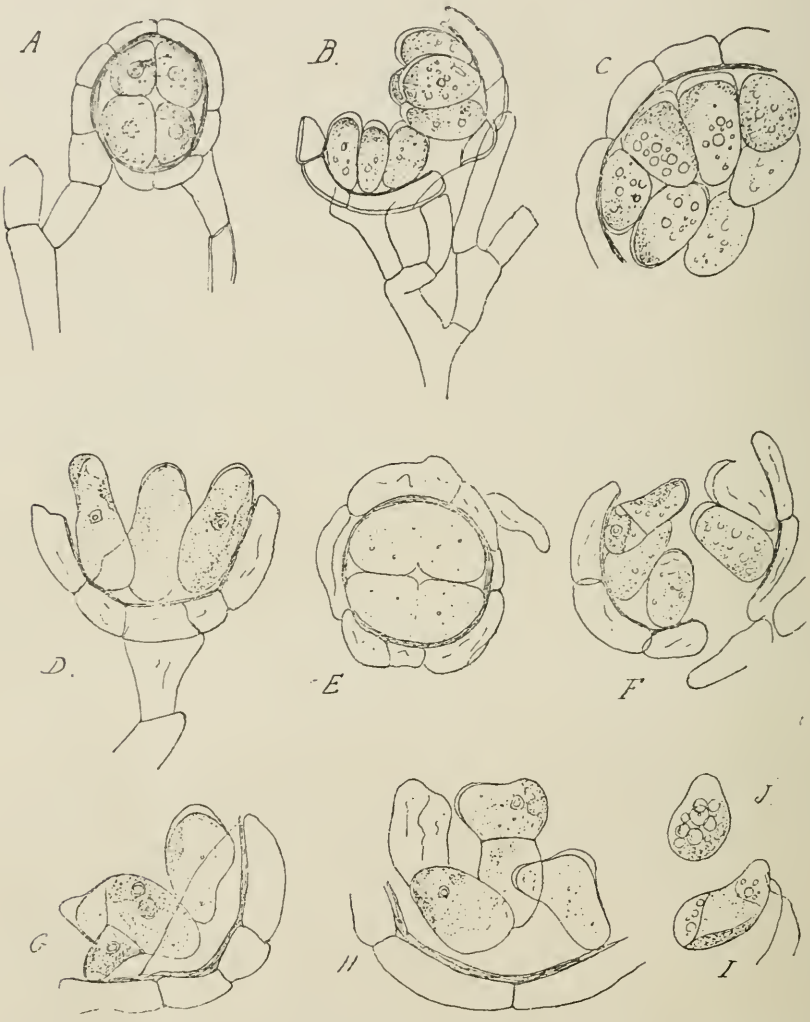


Fig. 249. *Coleochaete pulvinata.* — A, Oeuf déjà divisé, entouré des filaments corticants; B, Rupture de l'oogone et libération des deux étages de cellules embryonnaires; C, disposition des cellules embryonnaires en pseudo-parenchyme dans l'oogone (½); D, oogone brisé, ne contenant plus que des cellules de l'étage inférieur qui se sont allongées; E, début de la segmentation de l'œuf; la membrane de l'oogone se voit comme une ligne plus épaisse et plus foncée; tout autour les cellules corticantes; F, oogone rompu: une cellule embryonnaire a déjà émis une zoospore (I); la cellule contigüe n'a pas encore subi de modification, une cellule à droite s'est divisé en un filament bicellulaire; G, et H, continuation du même phénomène; I, zoospore; J, zoospore arrêtée.

Le fruit du *Coleochaete pulvinata* représente alors une sphère supportée par un ou plusieurs filaments.

D'après Pringsheim, la fécondation et la cortication qui la suit se feraient du mois de mai à juillet. En automne et en hiver, les filaments du coussinet se décolorent et les cellules corticantes prennent une coloration foncée, brunâtre ou rousse, et leur contenu chlorophyllien disparaît. La maturation de l'œuf se fait lentement.

L'œuf se subdivise, tout d'abord, par une segmentation transversale[1]), puis longitudinalement en 4 cellules. Ces cellules sont loin de former un parenchyme comme l'indique Pringsheim. Elles sont au contraire relativement libres dans l'oogone, ainsi que cela se voit indiqué dans la fig. 249. Dès lors il ne se fait plus de divisions dans le sens transversal, mais chaque cellule se subdivise verticalement un certain nombre de fois, ce qui donne naissance à deux groupes de cellules, qui tendent à s'allonger. Du côté qui aboutit à la commissure, qui sépare transversalement les cellules en deux groupes, leur membrane s'épaissit souvent beaucoup, tandis qu'elle reste mince sur le reste du pourtour.

L'écorce est rompue irrégulièrement par l'allongement de ces cellules ; le fruit se divise en deux (fig. 249, B, F). Pringsheim a décrit cette formation comme donnant naissance à un thalle à cellules intimement associées. Ce serait selon lui un petit disque. Les cellules en question ne sont souvent qu'un peu adhérentes à la base. Finalement elles peuvent s'ouvrir à leur sommet et donner naissance à une zoospore. Le plus souvent cependant elles s'allongent en une papille et se subdivisent transversalement. Tantôt elles se bornent à produire de courtes papilles (F, D, G, H), qui se séparent de la cellule mère par une cloison, ou enfin donnent même naissance à des cellules munies des soies caractéristiques pour la famille. De ces cellules peuvent naître des zoospores qui, en germant, donnent naissance aux thalles rudimentaires décrits, et qui se multiplient, déjà à ce moment, par des zoospores de second ordre.

Dans le *C. scutata* l'œuf, en germant, produit (d'après Pringsheim) un thalle rudimentaire parenchymateux aux dépens des cellules duquel se forment des zoospores. On ne sait rien de précis sur la marche du développement de ces petits thalles.

Les zoospores qui en sortent sont identiques à celles que produisent les thalles développés.

Pringsheim a voulu voir dans tout ce développement une analogie sinon une homologie avec ce qui se passe chez les Bryophytes et les Ptéridophytes après la fécondation. Il considère le thalle parenchymateux qu'il décrit, tant pour le *C. pulvinata* que pour le *C. scutata,* comme

---

[1]) Chodat, *Etudes de Biologie lacustre,* 1898, Bull. de l'Herb. Boiss., 457.

l'homologue du sporophyte des Muscinées. Tous les auteurs modernes l'ont suivi en exagérant d'ailleurs sa pensée. Ils ont tous vu dans cette succession de phases une alternance des générations, point de départ des Archégoniates. Sachs va jusqu'à proposer de sortir les Coléochétacées des Algues pour les joindre aux Archégoniates.

Après ce qui a été dit du développement de l'œuf de *C. pulvinata*, il est évident qu'on se trouve simplement en présence du début du développement d'un thalle normal. L'œuf fortement grossi est ramené par des divisions successives à une dimension cellulaire normale. Chacune de ces cellules équivaut à une zoospore; si elles s'entourent d'une membrane ferme, cela est dû à une germination anticipée dans l'intérieur du fruit.

Si même il y a formation d'un thalle chez les espèces dorsiventrales, cela ne serait que très naturel et constituerait une preuve de plus, en faveur de la théorie de la non alternance des générations.

On a vu qu'à la germination, la plupart des œufs, même des plus inférieures des algues vertes, se subdivisent pour produire un certain nombre de zoospores. (*Gonium, Hydrodictyon,* etc.) Ici, la germination étant retardée ou empêchée, il y a éventuellement production de spores et finalement d'autospores, c'est-à-dire de spores tendant à germer dans la forme maternelle ou, finalement, production d'une auto-colonie, microthalle.

Loin de s'écarter des autres algues vertes, les Coléochétacées se rattachent au contraire très étroitement aux Chétophoracées par l'intermédiaire de l'*Aphanochaete repens :* elles n'en sont que le terme le plus élevé.

En résumé, il semble qu'au besoin, l'on pourrait faire entrer ces plantes dans la famille des Chétophoracées et les réunir aux *Aphanochaete*, pour en constituer le groupe des Chétophoracées hétérogames. Mais les particularités si saillantes que présentent les Coléochétacées relativement à la cortication de leurs œufs, leur assignent une place à part.

Le *C. divergens* rappelle dans son développement le *C. pulvinata.*

Dans le *C. irregularis* l'écorce manque souvent et les oogones sont nus, même tardivement (fig. 248). Comme pour les espèces précédentes, de nouvelles recherches sont nécessaires.

Coleochaete De Brébisson (1844).

Ann. sc. nat., 3me série, tome I; Pringsheim in Jahrb. II, 1860.

Thalle filamenteux dressé, ramifié ou rampant et formant un pseudothalle pseudo-parenchymateux ou un thalle parenchymateux à croissance

marginale. Soies éparses à manchette engaînante; pas de vrais poils. Zoospores naissant isolées des cellules végétatives, ovales ou arrondies, biciliées. Oogones terminaux chez les espèces filamenteuses ou intercalaires chez les espèces dorsiventrales, parenchymateuses. Oeuf immobile. Gamètes mâles uniques dans des papilles latérales ou terminales ou dans de petites cellules nées par quadripartition des cellules végétatives: ils sont munis de deux cils. Oogone entouré après la fécondation, d'une écorce formée par des filaments corticants et germant dans ce fruit dont les cellules brunissent.

Oospores donnant à la germination, soit des cellules libres qui germent, ou directement, ou par l'intermédiaire d'une zoospore, soit de petits thalles parenchymateux, dont les cellules émettent une zoospore.

A. Thalle filamenteux.

Coleochaete pulvinata A. Braun.

Kuetz. spec. Algar. p. 245, v. 2: Pringsheim l. c. Tab. II, 1, et gesammte Abhandlungen. Tab. XVI, 13.

Coussinets hémisphériques 1-2 mm. jusqu'à 20 mm., muqueux, d'un vert pâle ou jaunâtre, ou ochracés; filaments dressés, radiants, pseudo-dichotomiques, 20-50 μ. de diamètre, à cellules 1-2 fois plus longues.

Sur les plantes submergées ou sur les pierres du rivage des lacs (Genève, La Belotte, Bellerive, Hermance, etc.).

C. divergens Pringsheim l. c., t. I, f. 1 et t. II, f. 2.

Thalle vague, subpulvinulé à filaments moins régulièrement dressés et rayonnants.

Dans les mêmes localités.

B. *Thalle en disque rampant.*

C. soluta Pringsheim l. c., t. I., f. 2, 3; t. IV, f. 1 et 2.

Filaments partant d'un centre bicellulaire (?), à la fin concrescents, formant parfois un pseudo-parenchyme; accroissement par ramification dichotomique; diamètre des filaments 12-21 μ.

Sur la surface des plantes aquatiques; face inférieure des feuilles de Nymphaea, etc.

Jardin botanique de Genève.

C. scutata de Bréb. l. c., pg. 29.

Thalle en disque suborbiculaire parenchymateux à accroissement marginal irrégulier. Dioïque.

Sur plantes submergées.

Champex dans le marécage, etc., commun.

C. orbicularis Pringsheim l. c., t. I, f. 5; t. III, f. 6.

Thalle en disque régulièrement orbiculaire, de 2 à 4 mm; filaments plus étroits que dans les espèces précédentes.

Sur les végétaux submergés, sur les pierres et les coquilles.

La Belotte, Genève, Feuilles de Nénuphar du Jardin botanique de Genève.

C. irregularis Pringsheim l. c., t. I., f. 6; t. VI, f. 3-9.

Thalle irrégulier, plus ou moins parenchymateux, s'accroissant par ramification confervoïde et non par dichotomie.

Champex, Valais (v. fig. 248).

I. b. Schizogonioïdes [1]).

Schizogoniacées.

Thalle filamenteux simple, rubané ou flabelliforme, à une couche de cellules ; chromatophore étoilé à un pyrénoïde.

Multiplication par segmentation, par akinètes et tétraspores ; absence totale d'éléments mobiles et de sexualité.

Cette petite famille est voisine des Ulvacées et des Ulothriciacées par sa différenciation végétative externe, mais elle paraît converger plus fortement vers les Rhodophycées et particulièrement vers les Bangiacées, par son mode de propagation.

Si, en effet, dans le genre Schizogonium la multiplication par spores définies n'est pas réalisée, dans le genre Prasiola, d'après Lagerheim, la production de tétraspores est bien caractéristique. Le pyrénoïde constant éloignerait ces plantes des Rhodophycées, si l'on ne savait que Porphyridium en possède également dans son chromatophore étoilé. Le mode de croissance est également analogue à ce qu'il est chez les Rhodophycées flabelliformes. Des pseudo-parenchymes se forment aux dépens d'une ramification régulière dans un collode.

Des recherches ultérieures pourront seules décider des points douteux relatifs à l'affinité.

Schizogonium Kütz. (1843).

Phycolog. gen. p. 245 ; *Hormidium* Kütz. (1843) l. c., p. 244.

Thalle aérien, filamenteux, composé de cellules unisériées ou disposées, en rubans bi- ou plurisériés ou en lames foliacées, crépues ou plissées, disposées en séries flabellées ou en groupes quaternes ; cellules des filaments ordinairement transversalement oblongues, quadrangu-

[1]) Série d'affinité encore incertaine, que je place provisoirement à la suite des Pleurococcoïdes (v. pg. 101).

laires ou polygonales dans les lames. Membrane commune ferme, hyaline. Chloroleucite étoilé, à un pyrénoïde, unique dans chaque cellule. Rhizines présentes ou absentes.

Schizogonium crispum (Lightfoot) Gay.

Recherches sur le développement et la classification de quelques algues vertes, 1891, p. 86 ; *Ulva crispa* Lightfoot. Fl. scotica II, p. 972 (777) ; *Ulva terrestris* Roth ; *Lyngbya muralis* Agh., Syst. Alg. p. 74 (1824) p. p. ; *Prasiola crispa* Menegh., Cenni l. c. 36 et alior. auct. ; *Hormidium murale* Kütz. Phyc. gen. p. 193 (1843) ; *Prasiola Rothii, P. orbicularis, P. Flotowii* Kütz. l. c. 243 ; *Ulothrix radicans* Kütz., Spec. alg. 349 ; *Prasiola suecica* Rabh. Fl. Europ. III, 308 ; *P. Aryiana* Rabh. Fl. Europ. III, p. 308 ; *S. Boryanum* Kützing Phyc. general. 247 ; *S. Julianum* Menegh. in Kütz. spec. 349.

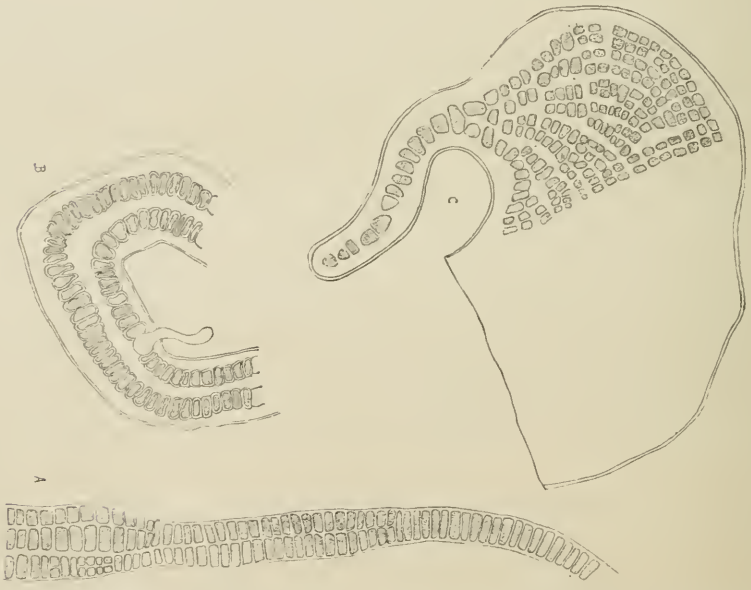


Fig. 250. *Schizogonium crispum* (d'après Gay). — A. passage du filament à la lame rubanée ; B, ruban à une rhizine ; C, thalle flabelliforme prasioloïde.

α. Filaments simples, contournés, intriqués, 7-14 μ., souvent de 8-10 μ. (Gay), à cellules transversalement oblongues ou subquadratiques, donnant naissance, latéralement, à des rhizines étroites plus pâles ou hyalines, unicellulaires ou pluricellulaires, simples ou ramifiées (Chod.).

β. (Var. *prasioloides*) rubans bi- un pluriséries, insensiblement transformés en lames étalées flabelliformes ou autres, à bord subentier ou sinueux, plissées, ridées, subvésiculeuses par places; cellules de 3-13 μ.

Multiplication: par segmentation des filaments, ou production d'akinètes.

α. Murs de Genève arrosés parfois d'urine: Rue de l'Hôpital, Bois de la Bâthie, Quai des Eaux-Vives, très commun.

β. Terres humides, murs, toits, etc., dans les mêmes conditions Villages de montagne, Bourg St-Pierre, etc., partout.

Le *Prasiola furfuracea* Menegh. ne paraît ni génériquement ni spécifiquement distinct du *Schizogonium crispum* si on le conçoit comme nous l'avons fait à la suite de Gay. Cet auteur n'a d'ailleurs donné aucun caractère différentiel entre ces deux genres et cela se conçoit s'il fait entrer dans Prasiola le *P. furfuracea*.

Je n'y vois jusqu'à plus ample informé qu'une variété ou une forme de *S. crispum*:

Thalle de deux millimètres, flabelliforme, stipité à la base; cellules anguleuses (14-16 = 4-6) disposées régulièrement en groupes simplement ou doublement quaternes ou rayonnants.

Pierres près des maisons, palissades ombragées des régions froides.

Schizogonium murale Kütz.

Phyc. general. p. 240 (1843); *Oscillaria parietina* Vauch. Hist. des conferves p. 196; *Hormidium parietinum* Kütz. Phyc. general. 193 cum *H. delicatulo* et *H. crasso; Schizogonium murale* Kütz. spec. alg. 350: Gay, l. c. 87.

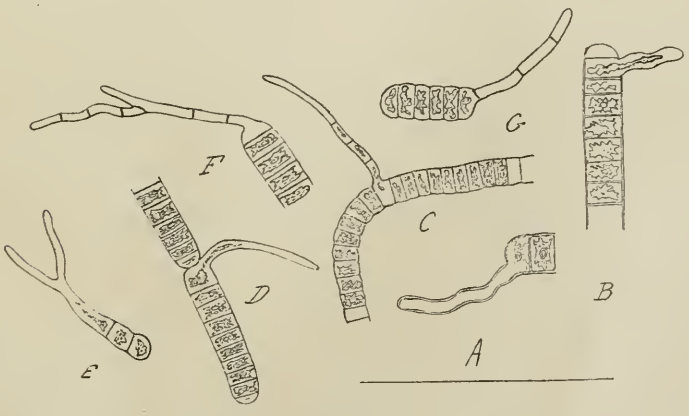


Fig. 251.

Filaments simples, flexueux, subrigides, ou bandes à cellules *biséries* ou plurisériées, constituant un pseudo-thalle tomenteux mou. — Il ne diffère guère du type précédent que par le diamètre plus grand de ses filaments simples (9-18 μ, 10-14 μ), moins tordus. Est-ce une espèce distincte?

Lieux un peu humides, terre, troncs, rochers, murs, vieux toits.

Environs de St-Gall (Wartm.); Genève (Théobald); Zurich (Naeg) ex de Wild. l. c. p. 47.

Schizogonium crenulatum Fr. Gay (Kützing).

Bull. Soc. bot. de France XXV, 72 (1888); *Hormidium crenulatum* Kütz. Phycolog. german. 193; *Ulothrix crenulata* Kütz. Spec. p. 350; *Schizogonium Neesii* Kütz. Spec. Alg. 350; *Sch. Ravenelii* Wolle, Bull. Torr. bot. Club. VI, 137 — ex Gay l. c. 88.

Filaments à membrane crénelée, c'est-à-dire renflée entre les cellules consécutives ou quelques articles de cellules; filaments simples ou biséries, de même diamètre que ceux du *S. murale,* dont il paraît à peine distinct et n'en constituer qu'une variété.

Prasiola Ag. (1821).

Spec. Algar p. 416; Lagerstedt, Om algslägt *Prasiola,* p. 16, 1869, Upsala; Lagerheim. Ueber die Fortpflanzung von *Prasiola* (Ag.) Meneghini.

Thalle membraneux-foliacé, à cellules disposées en séries ou en groupes quaternes, eux-mêmes régulièrement ordonnés et séparés par des membranes assez larges pour simuler des réseaux, rappellant un peu ceux de certaines Rhodophycées avec lesquelles les Prasiolées ont certainement des affinités.

Chromatophore comme celui de *Schizogonium.*

Multiplication: par scissiparité du thalle; par akinètes produites par la gélification des membranes du bord du thalle, qui permet à des cellules isolées ou à des groupes de cellules de s'arrondir et de se libérer; par tétraspores formées dans des cellules du sommet de la fronde, tantôt directement, tantôt après division de cette couche en deux. *(P. mexicana* β *quitensis* Lag.).

Prasiola fluviatilis (Sommerf.) Aresch.

Akad. Förhandl. 1866; Lagerstedt Monogr. Prasiol. 1869, p. 28; *P. caespitosa* Menegh.; *P. Sauteri* Menegh. in Kütz. Phyc. germ. 243; *Ulva intestinalis* Sauter, Flora 1839; *Ulva fluviatilis* Sommerfeldt l. c. IX, 127.

Thalle d'un vert gai, fixé à la base, linéaire ou ovale, 12-25 mm. ou jusqu'à 11 cm. (Kirchner). Pyrénoïde dans un chromatophore étoilé.

Ruisseaux froids des Alpes.

Le *Prasiola mexicana,* bien étudié par Lagerheim, en diffère par son thalle flabelliforme et non linéaire, plus ou moins ondulé au bord, à membranes minces, formant un réseau ou des séries hyalines moins marquées que dans l'espèce précédente.

II. Chroolepoïdes.

Trentepohliacées.

Ce groupe intéressant a été méconnu pendant longtemps. Dans le beau mémoire de Wille sur les Chlorophycées (Nat. Pfl. fam.) il est démembré d'une manière irrationelle. Et cependant aucune famille des algues vertes ne présente plus d'homogénéité et un plan plus facile à saisir que celle-ci[1]).

De même qu'on peut, dans les Pleurococcacées, suivre pas à pas le sens des complications qui entraînent les genres primitifs de cette famille vers les types les plus élevés en organisation, il est aisé ici de partir d'états rudimentaires, quelquefois unicellulaires comme le *Trentepohlia umbrina* pour aboutir, par toute sorte de variations, au type le plus élevé. le *Cephaleuros virescens* Kunze. Le nombre des genres est très restreint; il ne comporte que *Trentepohlia*, *Phycopeltis* et *Cephaleuros.* Ces deux derniers genres avaient précédemment été réunis à des algues d'une toute autre affinité (*Pringsheimia, Chaetopeltis)* en une famille caractérisée par la production d'un thalle dorsiventral discoïde.

Par opposition aux Chétophoracées les Trentepohliacées ont généralement la production de zoospores dévolue à des cellules nettement différenciées. Cela est d'ailleurs déjà le cas chez les Pleurococcacées supérieures. En outre, le chromatophore ne possède point de pyrénoïde et souvent il est divisé en nombreux petits disques.

Tandis que les Chétophoracées et les Pleurococcacées sont colorées d'un beau vert, les Trentepohliacées sont très souvent et même ordinairement modifiées dans leur coloration par la production d'hématochrome, souvent dissout dans de l'huile. On ne trouve jamais d'amidon dans leurs cellules qui sont, autant que cela a pu être vérifié jusqu'à présent, uninucléées. Enfin leurs zoospores ont constamment deux cils.

Ce sont toutes, des plantes aériennes; les unes forment sur les

[1]) Voir Hariot, Monograph. in Journ. de botanique 1889-93.

écorces des enduits pulvérulents (*T. umbrina*), d'un rouge brique ou doré; d'autres s'élèvent au-dessus du substratum et constituent des duvets de couleur vive et plus ou moins longs. C'est ainsi qu'une Trentepohliacée spéciale aux régions granitiques envahit les rochers et les pierres des gorges de montagne, en leur communiquant souvent une couleur rouge cinabre. Ce sont ces pierres que les Allemands appellent Veilchenstein à cause de l'odeur très vive d'Ionone (de Violette) qu'elles dégagent lorsqu'on les humecte. Le *T. aurea* peut aussi se trouver dans des stations analogues, mais cette espèce est plus longuement velue et d'une couleur plus fauve.

Quelques espèces exotiques forment un feutrage plus ou moins épais sur les feuilles coriaces des plantes tropicales.

Quant aux espèces à thalle discoïde, elles se développent exclusivement sur les feuilles. Le *Phycopeltis* premièrement décrit par Millardet, forme sur les feuilles des conifères du Schwarzwald, des Vosges et du Jura, de petites taches verdâtres ou jaunâtres à peine visibles à l'œil nu. Les espèces tropicales de ce genre sont pour la plupart beaucoup plus visibles et atteignent souvent avec leurs lobes un diamètre de plusieurs millimètres, voire même, d'un centimètre de longueur. Il en est de même des diverses espèces ou formes du genre *Cephaleuros*, qui se développent dans la cuticule de la face supérieure des feuilles de *Magnolia*, de *Camellia*, etc., etc. Leur couleur varie alors du vert au vert-gris ou passe au jaune et finalement à l'orangé.

Elles donnent aux feuilles des plantes tropicales un aspect souvent étrange; c'est comme si elles eussent été parsemées de quelque ciment projeté en fines gouttes. Il paraît qu'à Java il n'est presque pas un arbre qui en soit complètement indemne. Ce sont donc des épiphytes, puis des demi-endophytes et finalement des parasites, comme le *Cephaleuros minimus* Karsten. Les auteurs ont discuté sans faire suffisamment d'observations exactes au sujet du développement sous-cuticulaire de ces plantes. Ce développement est en partie nié par Hariot et Karsten, et le dernier admet que la cuticule qui recouvre quelquefois d'une manière continue le thalle des *Cephaleuros* n'est pas celui de la feuille, mais est produit par l'algue. Les sections bien imparfaites exécutées par Karsten, ne sauraient le démontrer. Le contraire semble prouvé par le développement sous-cuticulaire de ces plantes (v. fig. 263).

Par leur habitat aérien, ces algues se sont prêtées à la symbiose facultative. Les *Trentepohlia* inférieurs et notamment le *Trentepohlia umbrina* entrent dans la synthèse de beaucoup de Graphidées. Les espèces filamenteuses et laineuses prédominent dans la composition des lichens tropicaux nommés *Cœnogonium* et leur imposent leur allure. Quelques-unes de ces espèces forment alors sur les écorces ou sur les feuilles, des

thalles laineux en éventail, atteignant 5-10 cm. de diamètre. Les hyphes fongiques se développent dans la membrane de l'algue et n'influent que peu sur la morphologie de cette dernière.

Quant aux *Phycopeltis* et aux *Cephaleuros,* ils imposent eux aussi aux lichens, qui s'en servent comme gonidies, leur forme discoïde. Ce sont encore des lichens où l'algue est le conjoint prépondérant et qui peuvent admirablement servir à démontrer la réalité de la nature double de ces plantes.

Plusieurs des *Cœnogonium* des lichénologues sont des algues pures; il en est de même du *Strigula glaziowii* Müll. Argov. (*Cephaleuros* sp.

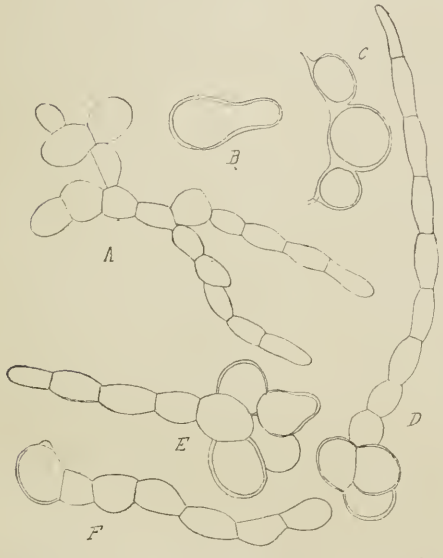


Fig. 252. *Trentepohlia umbrina.* — A, filament ramifié; B, cellule isolée; C, cellules en voie de désarticulation; D, E, F, diverses formes du thalle. (Ariana, Genève, sur un cèdre humide).

Dans le *Trentepohlia umbrina* (Aghdh.) Bornet, le thalle est en entier constitué par des filaments rampants sur le substratum. Il n'est pas une écorce qui n'en soit recouverte, dit Hariot; on le trouve jusque sur les pieux des estacades recouverts par l'eau de mer à chaque marée. Il se développe ainsi que le fait remarquer le Dr Bornet, aussi sous les couches extérieures des écorces, où il enfonce ses filaments rampants jusqu'à près d'un millimètre de profondeur.

Lichénisés ou cultivés sur écorce, les filaments s'allongent, les membranes s'amincissent. Cela a lieu chez toutes les espèces. L'humidité provoque la diminution d'épaisseur des parois latérales. Dans ces filaments allongés il est facile de constater que le chromatophore est en plaque découpée, puis se segmente en petits disques polyédriques.

C'est alors seulement qu'on peut se rendre compte de la structure du thalle ramifiée. Dans l'état normal, les filaments restent courts et les couches les plus externes s'exfolient plus ou moins, tandis que les lamelles moyennes se dissolvent et amènent la désarticulation des filaments en les réduisant à des tronçons bicellulaires ou même unicellulaires.

Par cette désarticulation les enduits pulvérulents qui en résultent peuvent être emportés par le vent en une poussière ténue qui ira se ré-

pandant avec une grande facilité. Cette désagrégation correspond donc à la formation des conidies si fréquentes chez les champignons aériens: elle doit donc être considérée comme une adaptation à la vie aérienne. Il y a dans cette réduction du thalle de *Trentepohlia* beaucoup d'analogie avec ce que j'ai décrit pour le Pleurococcus, qui est aussi une algue filamenteuse, réduite par son mode de vie.

Chaque cellule du thalle est susceptible de devenir zoosporange ou gamétange. Les gamètes et les zoospores y naissent par 32 ou 16 et ont la même forme. La sexualité y est encore bien faiblement marquée[1]): en effet, les gamètes qui ne se fusionnent pas peuvent cependant germer comme cela a été décrit pour les microzoospores d'*Ulothrix* et les microzoospores de *Monostroma* (Chod.). Les zoosporanges sont souvent intercalaires, mais tout aussi souvent terminaux. Ils ne sont pas différenciés.

Fig. 253. *Trentepohlia umbrina*. — Filaments paucicellulaires et zoospores. (Veyrier. Genève, sur des Aulnes).

On trouve sur les hêtres et les bouleaux une modification à cellules plus régulières, brièvement rameuse ou plus ramifiée (*T. odorata* Wiggers) ou à zoosporanges plus gros, plus distincts (*T. Bleischii* Rab. var. *Piceae* Wille). Une autre forme est celle que Hariot a nommée *T. rigidula* (*Cœnogon. rigidulum* Müll. Argov.) et qui ne s'en distingue que par ses parois couvertes de squames et de fibrilles. Mais sur les mêmes filaments se rencontrent des cellules lisses (*T. Monilia* De Wildeman).

Chez toutes les autres espèces il faut faire une distinction entre le thalle rampant et le thalle dressé. Ceci est analogue à ce qui s'observe chez les Chétophoracées et notamment chez le genre *Stigeoclonium*.

Le *T. aurea* peut servir à illustrer ce second type. Le thalle qui forme la base des villosités, produites par cette plante, est constitué par des filaments moniliformes, qui rappellent par leur apparence le thalle de *T. umbrina*. Ces filaments se ramifient d'une manière analogue et dans tous les cas diffèrent essentiellement des filaments dressés, dont les cellules sont cylindriques et non toruleuses. Ici, les zoospores ne

[1]) Wille, Algologische Mitth. l. c. pg. 431.

naissent plus aux dépens de cellules quelconques, mais les sporanges se différencient. Ce sont des sporanges sphériques, globuleux. Tantôt ils naissent directement sur le thalle rampant, tantôt ils naissent sur les filaments dressés (fig. 254).

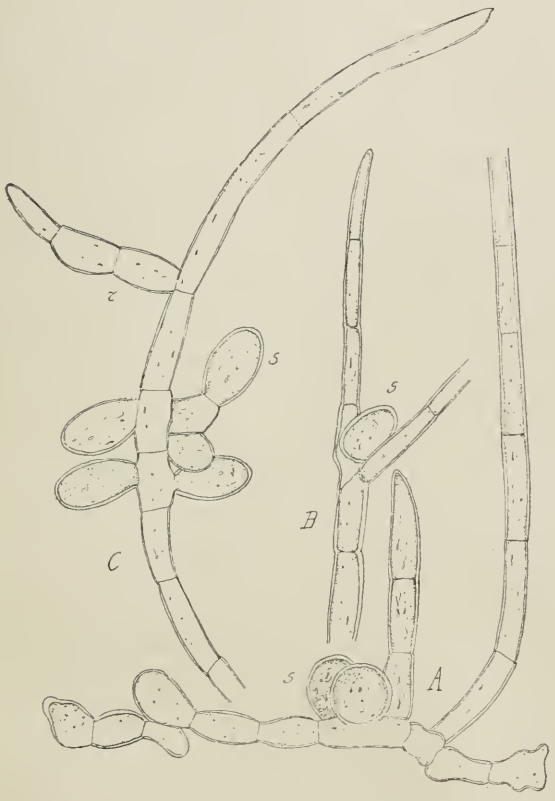


Fig. 254. *Trentepohlia aurea*. — A, filament rampant, toruleux, portant des sporanges (S) et des filaments dressés; B, filament portant un sporange à l'aiselle d'une ramification; C, filament dressé portant des sporanges sessiles et pédicellés (S).

Ceux-ci sont simples, ou plus ou moins abondamment ramifiés. Les branches naissent tantôt du milieu de la cellule dressée, tantôt du sommet (v. fig. 254 b). Souvent les branches sont unilatérales, d'autres fois elles sont opposées ou pseudo-verticillées. On a basé sur le mode d'insertion des sporanges l'établissement d'espèces, selon moi, bien douteuses.

Le *T. aurea* examiné en une seule fois et sur la même touffe a montré les dispositions suivantes :

A. Sporanges latéraux sessiles (fig. 256, D, F; fig. 254, p. p.).

Ceux-ci naissent comme les ramifications, tantôt vers le sommet de la cellule mère, le plus souvent vers le milieu de la cellule. Ces sporanges latéraux peuvent se répéter un grand nombre de fois et alors les filaments sont parsemés de têtes globuleuses, disposées en séries.

B. Les sporanges sont terminaux (fig. 256, A, B, C, E).

Tantôt alors ils arrêtent le développement d'une branche, tantôt tout le filament est couronné d'un ou de deux zoosporanges.

C. Les zoosporanges naissent à l'aiselle des ramifications ou se comportent comme s'ils terminaient une inflorescence définie. Ce caractère a été signalé comme trait distinctif du *T. abietina* Flotow (fig. 254, B).

D. Les sporanges sont pédicellés (fig. 254, C).

Les zoosporanges peuvent aussi surgir des branches courtes qui se forment sur les ramifications principales.

Chez la variété qu'on a nommée *T. polycarpa,* Nees et Montagne, les supports des sporanges se forment au sommet des cellules et sont ascendants. Les filaments du thalle sont rugueux extérieurement, fait qui s'observe dans beaucoup d'espèces de ce genre ou d'autres algues aériennes (figure 257.)

C'est à peine si le *T. Wainioi* Har. doit être distingué spécifiquement des formes nombreuses du *T. aurea.* Les zoosporanges y sont de plus petite taille, les uns sessiles le long des branches, les autres pédicellés en grappes plus ou moins développées (figure 257).

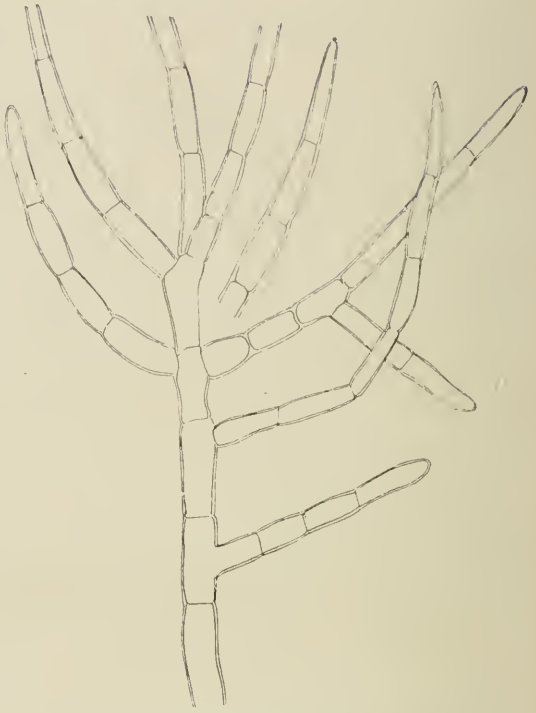


Fig. 255. *Trentepohlia aurea.* — Filament dressé, ramifié.

Lorsque ces zoosporanges sont arrivés à maturité on les voit souvent se terminer en un bec.

Le type le plus élevé dans la série est représenté par les espèces qui gravitent autour du *T. arborum* C. Aghardh.

C'est une des espèces les plus variables; elle a reçu le nom de *T. pleiocarpa* par Nordstedt et c'est ce qui a valu aux espèces munies de ce mode de fructification le nom de pléiocarpes (fig. 250, C).

Quant au thalle lui même, il est semblable dans toutes les espèces voisines de *T. aurea* et de *T. arborum,* c'est-à-dire qu'il se ramifie botrytiquement. Les rameaux sont quelquefois terminés en pointe, mais jamais en vraies poils ou soies.

On peut séparer en une section *Nylandera* (sub Gen., Hariot) les Trentepohliacées qui tout en conservant un thalle filamenteux, ramifié d'une manière désordonnée, ont ce dernier muni de poils, généralement un par cellule. Ces poils ne sont pas aigus, mais terminés en une tête obtuse, quelquefois ils sont simplement obtus. Ces poils ne sont pas

comparables aux soies des Chétophoracées, car ici ce sont des cellules séparées de celles du thalle par une cloison. Elles peuvent dans certains cas proliférer, comme cela a été indiqué par E. de Wildeman. Leurs sporanges sont sessiles sur le thalle rampant.

Fig. 256. *T. aurea.* — A, deux sporanges terminaux; B, sp. terminal; C, sp. terminal, c'est-à-dire remplaçant une branche; D, sp. latéral; E, sp. terminal comme dans C; F, sporange latéral à bec ouvert.

Dans une troisième section *Trichopeltis nob.* entrent les espèces de *Trentepohlia,* dont le thalle est rampant, régulièrement rayonnant et apprimé à la surface des feuilles de plantes tropicales. Ce sont: *T. Leprieuri* Hariot, *T. diffusa* de Wildm. et *T. depressa* Hariot (J. Müll., Argov., sub *Cœnogonio*)

Dans quelques cas ces algues rayonnantes contractent des relations avec des hyphes de Lichens. J. Müller a décrit le *T. depressa* comme *Cœnogonium;* j'ai pu vérifier l'attribution qu'Hariot en fait aux algues, mais j'ai dû modifier sa description sur plusieurs points.

La ramification est indéfinie et les filaments très sinueux chez *T. Leprieuri;* les branches se forment avant qu'il n'y ait de cloison séparatrice et souvent la continuité se maintient entre le filament principal et les branches. Quant à sa forme générale, le thalle varie, mais il est le plus souvent lobé. Je n'ai pas trouvé chez cette espèce de filaments dressés. Les sporanges naissent (Hariot) sur le parcours des filaments et sont globuleux. Le lichen a été nommé *Opegrapha filicina.*

De Wildeman a décrit comme croissant sur des feuilles, à Ceylon, une espèce intermédiaire à thalle bien plus irrégulièrement ramifié, mais duquel s'élèvent des filaments dressés paucicellulaires non ramifiés. Les sporanges sont encore sessiles.

Dans le dernier type les thalles sont orbiculaires et comme tomenteux. La ramification y paraît régulièrement dichotomique et les filaments rampants, rayonnants, sont si étroitement rapprochés que vers le centre des thalles ce dernier paraît formé par un parenchyme à cellules

très allongées radialement. C'est ainsi qu'Hariot l'a considéré, mais il est évident, après l'examen minutieux des matériaux originaux, que le thalle tout entier est formé de filaments libres.

Quant à la ramification, elle n'est dichotomique qu'en apparence. En réalité elle est botrytique; mais la ramification se fait de si bonne heure et son accroissement est si rapide que filament principal et ramification ont bientôt la même longueur et leur point de départ sensiblement à la même hauteur. Chaque cellule paraît finalement terminée par une ligne brisée, mais dont les côtés ont souvent une inclinaison différente; celui qui est au-dessous du filament principal est généralement rapproché d'une perpendiculaire à la direction principale, tandis que l'autre est plus ou moins oblique.

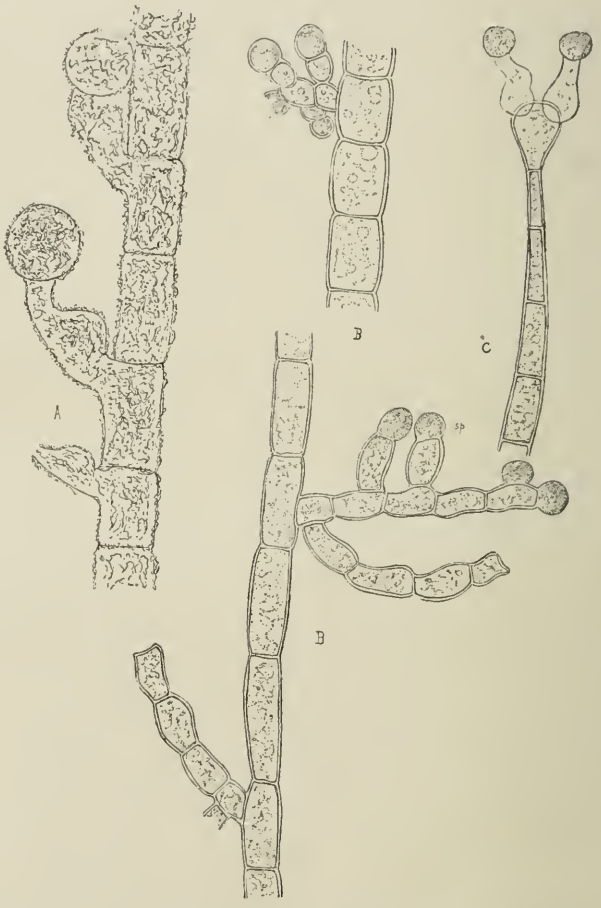


Fig. 257. — A, *Trentepohlia polycarpa*; B, *T. Wainioi* Nordst.; C, *T. arborum* Ag.

On trouve en outre et notamment sur les bords libres du thalle ou dans ceux qui sont encore jeunes, des ramifications nettement botrytiques (v. figure 259-60). Ce type est, à cause de la netteté avec laquelle l'origine de la pseudo-dichotomie est visible, d'une importance capitale pour l'explication du thalle des genres *Phycopeltis* et *Cephaleuros*.

Il a été dit plus haut que des filaments dressés s'élèvent de ce thalle rayonnant. Très souvent chaque cellule porte en son milieu un poil dressé dont la longueur va croissant des cellules périphériques vers celles plus rapprochées du centre. Le nombre des cellules varie ainsi de 2-15. La dernière cellule est toujours plus

allongée et terminée en pointe aiguë. C'est donc un véritable poil. Dans la région centrale, les poils stériles alternent avec des poils fertiles courts. Les uns sont unicellulaires et transformés en zoosporanges, les autres sont courtement pédicellés (1-2 cellules). Le sporange est celui de la plupart des *Trentepohliacées*.

Cette curieuse espèce amène tout naturellement aux genres *Phycopeltis* et *Cephaleuros*.

Fig. 258. — *T. arborum*.

Phycopeltis est le genre qui comprend les espèces à thalle orbiculaire ou lobé, mais à structure continue. Ce sont toutes des plantes épiphylles, vivant dans la cuticule ou sous la cuticule. Mais ici les rhizoïdes font défaut ; aussi peut-on assez facilement les détacher de leur substratum. Il y a sans doute des espèces nombreuses dans ce genre,

mais les caractères proposés par les auteurs sont encore de faible valeur. Il n'est d'ailleurs pas certain que l'on ait raison de séparer génériquement le genre *Cephaleuros* où ces rhizoïdes sont formés, de *Phycopeltis* où on les dit absentes, car les *Cephaleuros* passent par un stade *Phycopeltis,* durant lequel il serait impossible de les séparer avec certitude des *Phycopeltis.*

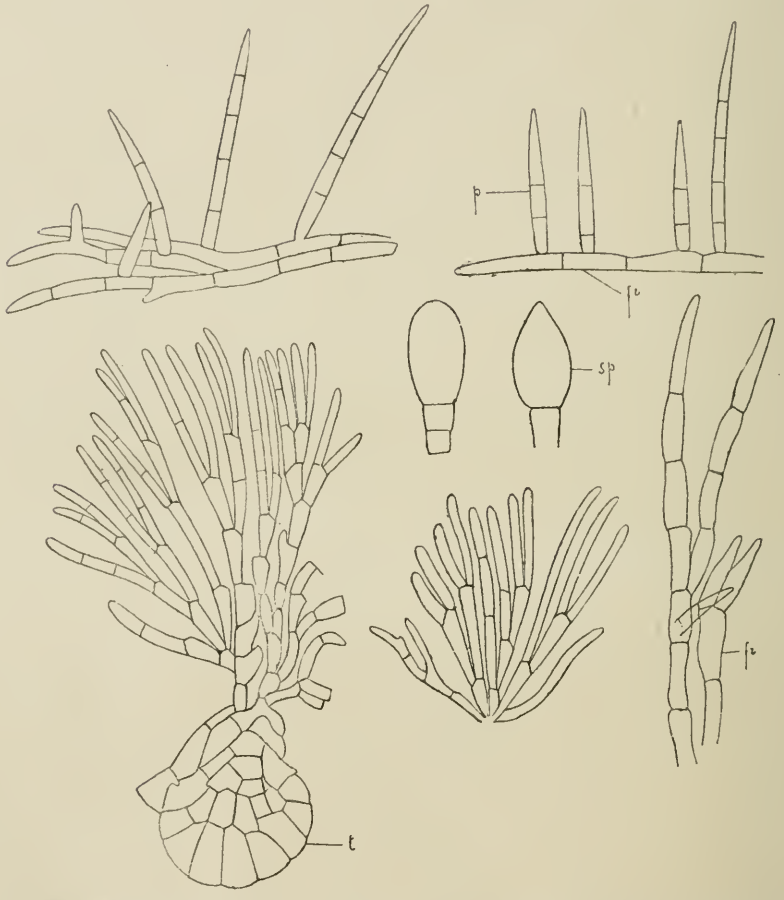


Fig. 259. *Trentepohlia depressa.* — a, b, filaments couchés munis de poils dressés (fi et p); c, thalle central poussant des filaments en dichotomie; d, sporanges; e, portion du thalle couché; f, id.

Les cellules des jeunes disques de *Phycopeltis* se ramifient en apparence dichotomiquement. Chaque cellule s'échancre assez profondément par ramification pseudo-dichotomique, une cloison s'établit de la base de l'échancrure vers l'une des parois, puis c'est à une hauteur un peu différente que naît la seconde paroi de segmentation. Il est

évident d'après ce second schéma, qu'ici encore, la dichotomisation n'est qu'apparente. Les filaments en se dichotomisant régulièrement constituent, unis par un collode, un disque continu ou peut-être seule-

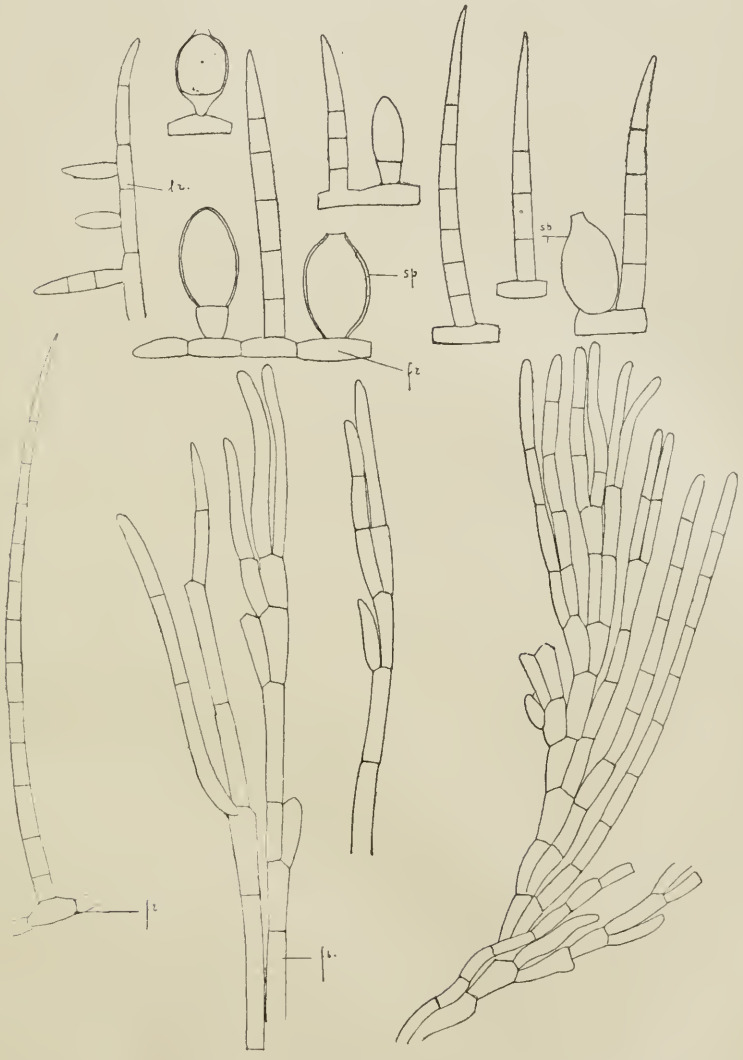


Fig. 260. *Trentepohlia depressa.* — a, terminaison d'un filament couché qui porte trois poils dont deux uni-cellulaires; b, cellule du f. rampant, portant un sporange déhiscent; c, id., à deux sp. et à un poil; d, id.; e, f, poils sur cellule du fil. rampant; g, sporange et poil contigus; h, long poil sur fil. rampant (fr); i, j, k, portions du thalle rampant.

ment en apparence. Si la croissance des filaments est régulière, le disque devient régulièrement orbiculaire, tandis que l'accroissement inégalement rapide, fait apparaître des lobes plus ou moins flabelliformes.

En même temps que la croissance radiale s'accélère, l'allongement tangentiel peut devenir excessif; dans ces conditions les lobes du thalle prennent une apparence en éventail.

Ce développement est, comme on le voit, très semblable à celui que j'ai décrit pour le *Trentepohlia depressa,* mais ici les cellules sont plus larges, moins allongées.

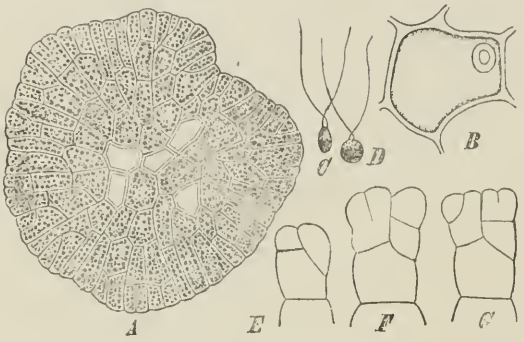


Fig. 261. *Phycopeltis epiphyton* Millardet. — A, thalle orbiculaire; B, zoosporange; C, D, zoospores; E-G, ramification pseudo-dichotomique des filaments du bord du thalle (d'après Milliardet).

Dans le *Phycopeltis filicina* (Mont. nob.) l'étroitesse des cellules rappelle celle des filaments de Trentepohlia. Mais il ne faut pas perdre de vue dans l'établissement des espèces dans ce genre que la lichenisation, même faible, modifie immédiatement la forme des cellules qui s'allongent démesurément, tout en se dichotomisant comme cela a été expliqué pour le *T. depressa.*

En ne tenant pas compte de ce fait, on s'expose à des déboires sérieux. Quant au diamètre des cellules, il est pour cette cause extrêmement variable.

On a décrit un très petit *Phycopeltis* d'Europe, croissant sur les feuilles persistantes des Sapins, du Lierre et des Ronces. Mais les tropiques sont bien plus riches en plantes épiphylles. Leur grande humidité favorise beaucoup ce genre de formations. Il n'est guère d'espèces à feuilles persistantes qui n'en présentent plus ou moins. Elles apparaissent comme des taches bleues verdâtres ou grisâtres, atteignant jusqu'à 1 cm. de diamètre et paraissant s'élever au-dessus de l'épiderme, alors que en réalité la cuticule seule est soulevée.

Cette structure simple est celle qui est seule réalisée dans le *Phycopeltis epiphyton* Millardet[1]), mais aussi chez plusieurs formes plus grandes des Tropiques.

Ce sont les formes glabres.

Chez celles-ci les zoosporanges naissent sans différenciation spéciale de cellules quelconques du thalle. Ces cellules se bornent à grossir; leur contenu se subdivise (v. fig. 261) un certain nombre de fois. Les zoospores sortent par un pore et sont munies de deux cils.

[1]) Millardet, in Mém. Soc. sc. nat. de Strasbourg, T. 6, 1866-70.

Mais chez les espèces connues sous le nom de *Phycopeltis tropica* (Mœb.) Hansg. et *Phycopeltis flabellifera*, les zoosporanges sont tantôt intercalaires, tantôt terminaux, plus différenciés, de forme arrondie ou ovale, et leur membrane est assez épaisse. On a prétendu que toujours, ils terminent un filament ou une série; cela n'est pas, et cette affirmation s'explique par le fait de la disposition si régulière des cellules Le zoosporange paraît alors terminer une série.

Enfin quelques espèces sont munies de poils stériles ou fertiles. Mœbius en a décrits de stériles: de Wildeman et Karsten[1]) ont établi que ces productions ressemblent en tous points à celles qu'offrent les vrais *Trentepohlia*.

Chez *Ph. Treubii* Karst. ces poils sont 2-6 cellulaires et terminés au sommet par un zoosporange en forme de citron. D'autres se forment sur le bord des lobes du thalle et sont sessiles.

Il n'y a guère de différence entre le *Cephaleuros virescens* et l'un des *Phycopeltis* tropicaux indiqués[2]).

Dans son développement sous-cuticulaire ses premiers stades sont exactement ceux d'un *Phycopeltis*. Plus tard, lorsque les lobes apparaissent, se forment, sur les bords de ces derniers, mais plus régulièrement au fond des sillons, souvent profonds et quelquefois cachés par le développement contigu des lobes, des bouquets de poils courts capités ou plus longs, unicellulaires ou pluricellulaires. Ces productions pileuses s'élèvent au travers de la cuticule et semblent constituer des appareils respiratoires.

Des zoosporanges intercalaires ou terminaux se différencient dans le thalle. Par leur croissance considérable, ils élèvent le thalle en certains points, car c'est vers l'épiderme de la feuille que se fait leur croissance; seul, leur bec fait un peu saillie au dehors de la cuticule, lors de l'émission des zoospores. Ces zoosporanges vus de face se présentent comme des corps ovoïdes, tantôt terminant des séries cellulaires dans le tissu du thalle, tantôt concluant une série marginale; ils sont alors comme les poils dont il a été question. Outre ces zoosporanges du thalle, on en connaît d'autres qui se forment postérieurement à l'apparition des poils stériles. Ce sont des productions si semblables à celles qui ont été décrites pour les *Trentepohlia* pleiocarpes que Wille a pensé que leur découverte par Cunningham et Ward[3]) était le résultat d'une erreur. Selon

---

[1]) Karsten, Ann. du Jardin botanique de Buitenzorg, t. X, 1891.

[2]) Cunningham, On Mycoidea parasitica, London, 1879.

[3]) Ward, Marshall, on the structure, developm. and life-history of a tropical epiphyllous lichen, Linn. Soc. II Sér., Vol. II, VI, 1884.

lui, il y aurait coexistence de deux plantes, l'une semblable à un *Phycopeltis* poilu, l'autre identique à un *Trentepohlia* pléiocarpe.

Pas plus que Hariot je n'ai pu observer de *Cephaleuros* munis de zoosporanges pédicellés, mais cela a été dûment constaté par les auteurs qui ont vu les *Cephaleuros* sur place, Ward et Karsten.

Ces supports naissent comme les poils stériles et en ont primitivement l'apparence ; puis, par prolifération de la cellule terminale, ils produisent

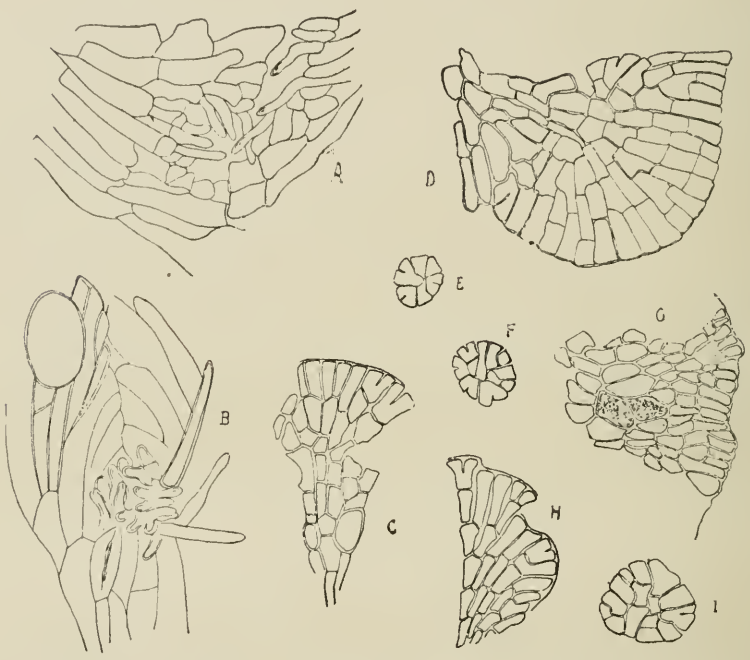


Fig. 262. *Cephaleuros virescens*. — A, portion du thalle comprenant le fond d'une échancrure bordée de poils ; B, id., avec sporange sessile ; C, portion du bord d'un thalle orbiculaire ; on voit la dichotomisation et deux sporanges au niveau de la lettre C ; D, id. ; E, début du thalle issu de la zoospore ; F, I, H, stades successifs ; G, portion du thalle avec deux zoosporanges intercalaires (original).

des stérigmates terminés par des zoosporanges, qui se comportent comme des conidies de Péronosporacées. Il y a décollement de la cellule terminale par dédoublement de la membrane séparatrice, qui isole du stérigmate ; le centre de ce dernier proémine subitement, comme cela a lieu chez les Entomophthoracées, et une papille se forme. Sans doute la production de cette dernière permet la projection de la conidie qui pourra ainsi être transportée par le vent et donner naissance aux zoospores, lorsque l'humidité et les autres circonstances déterminantes le permettront.

Ces filaments fertiles portent chez le *C. minimus* Karsten les zoo-

sporanges conidies qui se forment latéralement et en série. Leurs stérigmates sont étroits et souvent arqués. Sans doute d'autres modes d'insertion des zoosporanges pédicellés se rencontreront quand on aura suffisamment étudié les algues épiphylles tropicales.

Mais ce qui caractérise éminement le genre *Cephaleuros,* c'est la production de rhizoïdes. Ces derniers naissent assez tardivement, mais alors sont parfois si nombreux qu'ils forment, à la face inférieure, des

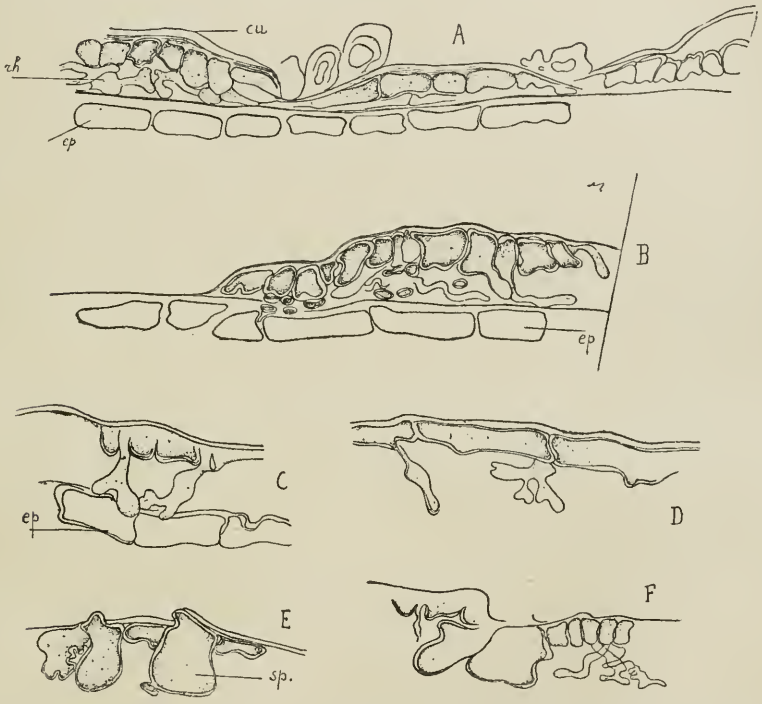


Fig. 263. *Cephaleuros virescens.* — A, section à travers une feuille portant un *Cephaleuros;* ep., épiderme; cu, cuticule sous laquelle on voit les cellules de l'algue surmontant à gauche des rhizoïdes rh.; B, id., l'algue a été soulevée par les rhizoïdes dont on voit l'origine à droite et quelques sections à gauche — on les voit pénétrer dans l'épiderme; C, cuticule soulevée au-dessus de l'épiderme par l'algue et ses rhizoïdes ramifiés en crampons; D, id., (on ne voit pas l'épiderme); E, F, = D.

disques, des enchevêtrements méandriques extrêmement compliqués. Presque chaque cellule de la portion ancienne du thalle prolifère ainsi vers le bas. Ces rhizoïdes sont des filaments ordinairement beaucoup plus étroits que les cellules dont ils émergent; arrivés à la surface de l'épiderme, ils soulèvent ordinairement le thalle par leur croissance, se subdivisent et se ramifient d'une manière extrêmement compliquée. Ces rhizoïdes peuvent s'imprimer dans la paroi épidermique, y faire naître des dessins en creux plus ou moins profonds et quelquefois pénétrer dans

cette membrane et arriver jusqu'au lumen (rarement). Il est à remarquer que ces filaments méandriques qui soulèvent le thalle et établissent par leur enchevêtrement un lacis de pseudo-hyphes, entourés par une atmosphère sous-cuticulaire et sous-thallienne, sont vivement colorés en vert. Ils constituent le véritable système assimilateur, tandis que les grosses cellules du thalle semblent fonctionner comme système aquifère protégé par la cuticule épaisse qui recouvre le tout.

La communication avec l'atmosphère s'établit par les poils qui rampent la cuticule.

Lorsqu'on fait une section à travers une feuille attaquée par cet épiphyte, on remarque souvent que le thalle paraît, en certains endroits, formé de plusieurs couches. Ceci provient de ce que les rhizoïdes comprimés mutuellement constituent un faux parenchyme et aussi de ce que les nouveaux thalles ou les lobes du thalle viennent chevaucher les uns sur les autres.

Tandis que les parois des cellules végétatives sous-cuticulaires et des rhizoïdes assimilateurs sont minces, celles des poils marginaux et aériens sont épaisses, même quelquefois oblitèrent presque complètement le lumen.

Le *Cephaleuros* est certainement le genre le plus élevé de la série des Trentepohliacées. Sa différentiation en cellules aquifères et zoosporanges et les cellules rhizoïdes et assimilatrices, ses filaments aériens respiratoires et ses zoosporanges pédicellés sont la marque d'un rang élevé dans la série évolutive.

Les zoosporanges sessiles permettent le développement de nouveaux thalles sur la même feuille. Les zoosporanges-conidies, au contraire, facilitent par leur désarticulation la dissémination par le vent et assurent ainsi leur grande extension.

Mais déjà dans les formes inférieures (*T. umbrina*) ce double mode de dissémination était réalisé d'une manière toute rudimentaire.

Trentepohlia Martius (1817).

Pl. cryptog. Erlang. 351, non Aresch. (1849) nec Boeckeler (1858); *Chroolepus* Ag. (1824), Syst. p. XXI; Hariot, Monogr. Journ. de bot. (1889-90).

Thalle filamenteux simple ou ramifié, parfois désarticulé et subunicellulaire; ramifications alternes, de même diamètre que le filament principal, non terminées en pointe allongée ou en vrai poil; chromatophores nombreux discoïdes sans pyrénoïde; contenu souvent, même presque

toujours, masqué par une huile orangée ou rouge brique, qui prend avec l'Iode une coloration bleue.

Multiplication: par akinètes issus de la désarticulation du thalle ou par conidies spécialisées — par zoospores biciliées, nées par plusieurs dans la cellule mère — par isogamètes biciliés.

T. Jolithus (L.) Wallr. Comp. IV, p. 151.

Thalle constituant sur les rochers ou les pierres siliceuses un enduit mince ou plus épais, parfois très finement velouté, d'un rouge cinabre, vif, verdissant plus ou moins en se desséchant; filaments allongés, ramifiés, courbés, à ramuscules alternes, moniliformes ou submoniliformes; cellules plus longues ou aussi longues que larges, elliptiques à membrane épaisse, hyaline ou blanche, les cloisons munies d'une ponctuation simple. Il y a des filaments rampants et des filaments dressés ou intriqués, mais on n'y remarque aucune différentiation appréciable, sinon que les cellules des premiers sont souvent plus renflées, plus courtes. Les cellules se désarticulent difficilement: diamètre des filaments 12-20 μ, cellules aussi longues ou 1 1/2 fois plus longues, les supérieures souvent plusieurs fois plus longues; épaisseur du duvet velouté, 1-3 mm.

Rochers granitiques des Alpes: Champex dans la forêt avant d'arriver au lac.

Trentepohlia odorata (Wiggers), (an *T. monilia* De Wildm.). Scand. vaext. t. 4, p. 16; *T. umbrina* (Kuetz.) Born. in Wille Algol. Mittheil. 426; *P. Bleischii* (Rabh.) Wille, Algolog. Mitth. l. c. 432.

Filaments formant un enduit pulvérulent ou subtomenteux, brun ou brun rougeâtre, courts et brièvement rameux, non différenciés en membres dressés et couchés, toruleux, facilement désarticulés et alors unicellulaires ou paucicellulaires. Cellules des filaments arrondies ou subtriangulaires ou parfois polyédriques, souvent inéquilatéralement renflées; membranes proportionnellement moins épaisses que dans le *T. jolithus*, lorsque les filaments sont allongés (alors verdâtres). Diamètre des cellules végétatives 15-30 μ. Cellules reproductrices renflées, à gamètes nombreux, rouges, biciliés.

Dans les différentes variétés les cellules sont plus ou moins cohérentes.

Forme très communément à la surface des écorces des enduits pulvérulents ou faiblement tomenteux; sur les rochers calcaires où il forme par désagrégation des lichens des enduits bruns-violacés. (Salève, Pas de l'Echelle).

T. aurea Mart. l. c., p. 351 ; *T. uncinata* (Gobi), Hansg. Prodr. p. 88, f. 38 ; *T. velutina* (Kütz.), Hansg. Prodr. 89 ; *T. villosa* (Kütz.) de Toni l. c. 239 ; *T. abietina* (Flotow.), Hansg. Prodr. p. 86 ; *T. Wainioi* Hariot ; *P. polycarpa,* Nees, Voyage de la Bonite 16.

Filaments constituant un duvet tomenteux ou laineux, d'un jaune orangé ou jaune-brunâtre qui atteint 5 mm. d'épaisseur ; cellules des filaments rhizomateux, doliiformes, assez courtes, portant parfois des sporanges sessiles, arrondis et parfois des rhizines incolores, simples ou ramifiées ; cellules des filaments dressés, cylindriques, allongées, constituant des filaments égaux non moniliformes, à sporanges terminaux, latéraux ou à la bifurcation des branches (sur la même plante) ; diam. des cellules 10-20 µ, longueur 1 ½ à 4 fois plus forte.

Fig. 264. *Trentepohlia aurea.* — A, filament couché muni de rhizoïde ; B, C, D, ramification comprimant la cellule supérieure en sortant. (Genève, Jonction).

Sporanges arrondis, elliptiques, difformes, ordinairement munis d'une papille de déhiscence qui s'ouvre par un pore à la façon de celui des *Cladophora.* — Ramification naissant souvent au sommet de la cellule sous la cloison supérieure.

C'est avec raison qu'Hariot réunit le *T. abietina* Flotow au *T. aurea.* Cette espèce n'en diffère que par la situation des sporanges, qui naissent au point d'attache des rameaux. Mais cela est certainement souvent le cas dans le *T. aurea* typique, ainsi que j'ai pu m'en assurer par l'examen d'échantillons provenant de diverses localités.

Sur les rochers, les pierres, les branches mortes, etc.

Commun en Suisse. (Genève, rochers de la Jonction ; Bouveret, sur des rochers et des branches ; Gorges du Durnant, Valais, etc, etc.).

Le *T. setifera* Farlow ne me paraît pas spécifiquement distinct du *T. aurea.* Chez le premier, en effet, beaucoup de rameaux vont s'amincissant en poils subaigus. Si ce caractère se trouve constant dans le *T. setifera,* ce dernier formerait une espèce parallèle à *T. aurea.*

Phycopeltis Millardet (1868).

Mémoires de la Société des sciences naturelles de Strasbourg, Tome VI, II, sur un nouveau genre de chlorosporées, 42, Tab., fig. 29-35.

Thalle orbiculaire, à cellules rayonnantes, ramifié dichotomiquement, étroitement appliqué au substratum, constituant un disque continu. Couleur jaune dorée verdâtre due à l'hématochrome. Zoospores nombreuses ovoïdes, à deux cils, sortant par un pore circulaire.

Phycopeltis epiphyton Millardet.

Caractères du genre. Disques de 1 mm. de diamètre. Zoospores de 5 μ. Sur les feuilles basses d'Abies pectinata, Hedera Helix, Rubus, dans les forêts humides. A rechercher en Suisse. (Fig. 261).

Erreurs ou omissions.

Page 42, ligne 17, lire *Crucigenia triangularis* au lieu de *C. Hofmaniana.*
» 43, » 10, » devient plus ou moins apical au lieu de devient apical.
» 48, » 33, » Bolbocoleon au lieu de Bulbocoleon.
» 64, sous la figure, lire Sphaerocystis Schroeteri au lieu de Sphaerocytes Schreteri.
» 71, ligne 35, lire Chlamydomonas au lieu de Chlamydomanas.
» 93, » 35, » Sphaerocystis sudetica Chod. au lieu de Sph. sudeticus.
» 111, » 34, » préparations au lieu de préparatious.
» 117, fig. —, » Chlamydomonas intermedia au lieu de Chl. Reinhardi.
» 118, fig. —, » » » » » » »
» 174, ligne 8, » P. muticum au lieu de P. trigonum.
» 206, ajoutez après Crucigenia triangularis: Etang de la Guyère Jura-bernois.
» 217, fig. —, lire Dimorphococcus lunatus au lieu de D. lanatus.
» 218, ligne 20, lire P. muticum au lieu de P. trigonum.
» 272, » 14, » Cylindrocapsa au lieu de Cylindrecapsa.
» 295, » 23, » G. trentepohlioides au lieu de S. trentepohlioïdes.
» 297, » 3, *Chlorotylium cataractarum* Kuetz. Phyc. gen. 285.
» 300, » 17, lire Stigeoclonium flagelliferum au lieu de S. flagelliforme.
» 315, » 15, » poils dorsaux au lieu de soies dorsales.
» 317, » 26, » Chaetoph. C. D. (Roth) Ag. au lieu de C. C. D. (R).
» 324, ajoutez avant Chétonémées hétérogames:

Chaetonema Nowak (1876).

In Cohn Biolog. Pflanz. II, 1, pg. 75.

Thalle endophyte, ramifié irrégulièrement, plus ou moins dorsiventral, portant des poils unicellulaires terminaux, plus rarement latéraux, un peu renflés à la base, flagelliformes et sortant de la gelée de l'hôte.

Zoospores régulières ovales, quadriciliées, avec ou sans stigma. Sexualité inconnue.

Chaetonema irregulare Nowak l. c.; J. Huber, Chétophoracées, in Ann. sc. nat. 1893, 304, Tab. XII.

Filament principal courant parallèlement à l'axe de la plante hospitalière, donnant extérieurement naissance à des rameaux dressés, courts ou plus longs, simples ou faiblement ramifiés. Poils unicellulaires longs, dépassant le mucus de l'hôte, terminaux ou latéraux.

Cellules du thalle rampant allongées, produisant les ramifications tantôt du milieu du dos, tantôt à l'extrêmité de la cellule; cloison séparatrice naissant ordinairement au-dessus du niveau de la cellule rampante. Diamètre des filaments 9-15 μ, rarement 6-9 μ; cellules des rameaux dressés plus courtes. Chromatophore en plaque à plusieurs pyrénoïdes. Zoospores naissant par deux dans des cellules renflées des rameaux. Dans le mucus des Batrachosperme, des *Coleochaete pulvinata,* etc. Veyrier, Hermance, etc.

Table analytique de la partie générale.

Acinètes, **60**, 61. — Adhésion au substratum, 51. — Aération (influence de l'a. du milieu), 90. — Algues cariantes, 54. — A. perforantes, 297. — Aliment, 77. — Aleurone, 22. — Amylosphère, 22, 23. — Antennes, 50, 213, 215, 221, 225. — Aplanospores, 62, 65. — Arètes, 50. — Arthrospores, 61, 303, 310. — Auto-cénobe, 59, 233, 234. — Autocolonie = 59. — Autospores, 58, 59, 189, 190, 192, 202, 203. — Azygospores, 97.

Biologie 72-98.

Carie, 90. — Cadre pectosique, 57. — Cellulose, 28, 30, 32. — Chromatophores, 17. — Cils, 12. — Cloisonnement, 41, 56, 117, 118, 121, 123, 152. — Codiolum, 90-89. — Colorants des gelées, 34. — Communications protoplasmiques, 9. — Conidies, 62, 360. — Congélation des algues, *76*. — Conjuguaison, 70. — Composés pectiques, 33. — Contact irritant, 52. — Croissance des membranes, 35. — C. intercalaire, 43, 321. — Crampons, 17, 52, 53. — Cytoplasma 7.

Dessication du milieu, 72. — Dichotomie, 44. 331, 332, 354, 355, 356. — Disques agglutinants, *52*. — Dissolution des attaches cellulaires, 32, 61, 62, 265, 285. — Dorsiventralité, 80, 300, 331, 351, 357.

Eaux saumâtres, 78, — salées, 78, — thermales, 76. — Endophytes, 89, 242, — épigées, 85, — épilithes, 86, — épiphylles, 85, 354 et seq., — épizoïques, 86. — Expulsion des produits de la division sporangiale, 57.

Fécondation 65. — Fixation, 88. — Flagellums, 12. — Fonctions des soies et des poils, 51. — Flotteurs, 95.

Gamètes, 65, — G. facultatifs, *67*, — gélification, 29, — germination des zygotes 66-67.

Haptères, 53, — hématochrome (Carotine), 21, 73, — hétérogamie, 69, — hypnospores, 63, 65, 72, — hypnocystes, 60, 65, 72.

Incrustations, *89*. — Isogamie, *69*.

Kariokynèse.

Lamelle moyenne, *32*.

Macrozoospores, *68*. — Microzoospores, *68*. — membrane, 27, — multiplication, 56.

Neige (algues de la neige) 74, — noyaux, 21, 60.

Oeuf, 63, 73, — origine des rameaux, 44, 302, 306, — origine des vacuoles, 11.

Pectose. 28, — pélagiques, 91, — perles de la membrane, 34. — Pigment protecteur, 74. — Piquants, 35, 45, — plans de segmentation, 42, 163, 170, — plasmolyse, *8*, — poils, 45, 47, — protoplasma, 7, 60, — pseudo-cils, 16, 248 et seq., — pyrénoïde, pyrénocristal, pyrénodesme 22, 24.

Ramification, 44, 302, 306, — réactifs usuels, 34, — récolte, 4, — réduction chromatique, 66, — reproduction sexuelle, 65, — respiration, 51, 77, — rhizoïdes = rhizines, 17, 51, 52, 53.

Segmentation, 41. — Sels minéraux, 79. — Sexualité, 65. — Soies, 45, 48. — Soies muqueuses, 49. — Sphères attractives, 26. — Sporanges, 57. — Spores, 58. — Stigma, 17. — Structure des gelées, 34. — Symbiose, 83.

Talons, 51, — tétraspores, 63, — thalles pluri-cellulaires, 39. — T. rampants, *55*. — Torrents (algues des t.) 90. — Tourbières, *92*.

Urophiles (algues).

Vacuoles 10 et 11, — V. d'expulsion, 57.

Table analytique

de la partie systématique et des noms qui sont cités dans la partie générale.

Achnanthes quadricauda Turp., 213.
Acrochaete Prings., (alg. marine, Chétophoracée), *48*.
Actidesmium Reinsch., 51, 238.
Actinastrum Lagh., 56, 94, **207**.
— Hantzschii Lag, *169*, 170, *208*, **209**.
Allogonium (Cyanoph.?), 21.
Anabaena (Cyanophycée), 5.
Ancylonema Berggr., (Desmidiée), 10, 20, 74, 96.
Anomopedium Naeg., 176.
Aphanochaete A. Br., 12, 47, *48*, 63, 247, 315, 324, *326*, *327*, *328*, **329**.
— globosa Wolle, 329.
— pilosissima Schmdl., 328.
— polytricha Nordst., 329.
— repens Berth., *252*, **329**.
Apiocystis Naeg., 36, *59*, 105, 106, 109, **113**, 128, 185, 247.
— brauniana Naeg., 114.
Arthrogonium fragile A. Br., 269.
Astericium caudatum Corda, 219.
Asterionella formosa, 95.
Apiocystis Brauniana Naeg., 114.
— β. caput Medusae, *15*, 16, 60, 86, *105*, 114.
Batrachospermum Vauch., 48, 77, 87, 295.
Batrachospermum plumosum Vauch., 315.
Blastophysa Reinke, 48.
Brachiomonas Bohl., 78, 128, **143**.
— gracilis Bohl, 143.
— submarina Bohl., (*13*), 14, *142*, **143**.
Botrydium Wallr., 85.
Botryococcus Kütz, (Confervoïdée) 8, 74, 91.
Botryococcus Braunii Kütz., *19*, 20, 21, 26, 29, 34.
Botryococcus sudeticus Lemm., 115.
Botryocystis Morum Kütz., 151.
Bumilleria Borzi, (Confervoïdée), 12, *19*, 43, *44*, 62, 63.
Bulbochaete Ag., (Chétophoracée marine), 38, 48, *52*.
Bolbocoleon Pringsh., (nec Bulbocoleon), (Chétoph. mar.), 48.
Carteria Dies., 12, 62, 119, 128, **137**.
— cordiformis Dill., 138.
— Klebsii (Dang) Chod., 138.
— multifilis Dill., 137.
— obtusa Dill., 138.
Cephaleuros, 44, 51, 55, 62, 80, 331, 345, 346, *358*, *359*, **359**.
— virescens Kunze, 345, 357.
Centrosphaera Bzi., 243.
Ceratium (Flagellée).
Cercidium Dang., 11, 128, 139.
— elongatum Dang., 140.
Chaetonema Nowak., 89, 322, **324**.
— irregulare Now., *323*, 324, *325*, *326*.
Chaetopeltidacées, 16, 49, 101, **245**.
Chaetopeltis Berth., 80, 86, 245, **248**.
— minor. Moeb, 245.
— orbicularis Berth., *50*, 246, **248**, *249*.
Chaetophora Schr., 12, 22, 43, 44, 53, 55, 63, 76, 307, 315, **316**.
— Cornu-Damae Ag., *19*, *45*, *60*, *72*, 309, 310, **317**.
— elegans Ag., 308, 309, 310, **317**.
— flagellifera Kütz, 318.
— monilifera Kütz., 318.
— pachyderma Wittr, 318.
— pisiformis Ag., 308, *309*, *310*, **317**.
— radians Kütz., 318.
— tuberculosa Hook., 317.
Chaetosiphon 48, 295.
Chaetosphaeridium Klb, 248, 252, **253**, 329.
— globosum Klb., *252*, *253*.
— minor Moeb., 248.
— Pringsheimii Kleb., 253.
— orbicularis Berth., **248**, 249.
Chantransia, 295.

Chamaesiphon, 240, 295.
Characiées, 156, **238.**
Characiopsis Borzi, 51, 52, 240.
Characium A. Br., 86, **240.**
— acuminatum Br., *238.*
— acutum Br., 240.
— ambiguum Br., 242.
— angustum A. Br., *238,* **241.**
— apiculatum Br., *241.*
— coronatum Herm., 240.
— Clava Herm , 242.
— ensiforme Herm., 242.
— epipyxis Herm , 242.
— eurypus Itzigs. 242.
— gibbum Br., 240.
— giganteum de Toni, 242.
— Hookeri Hansg., 242.
— horizontale A. Br., 242.
— longipes Br., 240.
— minutum Br., 242.
— Naegelii A. Br., 239, **241.**
— obtusellum de Toni, 242.
— obtusum A. Br., *239,* **241.**
— ornithocephalum A. Br., *238,* 239, *240,* **241.**
— ovale Lacost., 240.
— pachypus Grun., 241.
— Pringsheimii A. Br., 241.
— pyriforme A. Br. 240.
— Rabenhorstii de Toni. 242.
— sessile Herm., 51.
— Sieboldii A. Br., *238,* **240.**
— strictum A Br., *238,* **240.**
— subulatum Br., 240.
— subsessile de Toni 242.
— Tuba Herm., 242.
— urnigerum Herm., 242.
Characiopsis Borzi. 86, 240.
Chétonémées, 45, 47, 292, 315, **322.**
Chétophoracées, 45, 46, 47, 52, 60, 102, **298.**
Chétosphéridiées, 247.
Chlamydococcus pluvialis A. Br., 140.
Chlamydomonadées, 7, 8, 12, 13, 17, 22, 26, 41, 96, 116, 125, 128.
Chlamydomonas Ehrb., 116, 128, **129,** 140, 171.
— angulosa Dill., 119, 130, **134,** *136.*
— angusta Rab., 139.
— Braunii Gor., 23, 65, **137.**
— communis Perty, 138.
— de Baryana Gor., 120, 130, *132,* **133.**
— Dillii Dang., 130.
— Ehrenbergii Gor., *69,* 126, 130, **134.**
— flavo-virens Rostaf., 139.
— gigantea Dill., 119, 130, **137.**
Chlamydomonas grandis Stein, 17, 119, **136.**
— globulosa Perty, 11, 119, 120, 130, **131,** *132.*
— gloeocystiformis Dill., 39, 130, **132,** *133.*
— intermedia Chod., 135.
— intermedia Chl. Reinhardi, var. intermedia, *117.*
— Kleinii Schmdl., 17, 119, **135.**
— Kuteinikowii Gor., *69, 70,* 130, **135.**
— longistigma Dill., 39, 130, *133,* **137.**
— Magnusii Reinke, 138.
— metastigma Stein, 119, 130, **135.**
— Monadina Stein, 23, 39, *68,* 130, **137.**
— Morieri Dang., 134.
— multifilis Fres., *69, 70,* **137** = Carteria.
— nivalis Lagh., 142.
— ovata Dang., 130, **140.**
— parietaria Dill., 130, *133,* **134.**
— pertusa Chod., 92, 119, 120, 130, *136,* **136.**
— Perty Gor., 69, 126, **131.**
— pluvialis Wolle, 138.
— pulvisculus Reinh., 131, **134.**
— pulvisculus Cohn, 134.
— pyriformis Dill , 130, **132,** *136.*
— Reinhardi Dang., 69, *70, 117, 118,* 130, *132,* **134.**
— reticulata Gor., 17, *18, 69, 70,* 119, 120, 126, 130, **131.**
— rostrata Cienk., 138.
— sanguinea Lagh., 139.
— stellata Dill., 130, **132,** *136,* 143.
— Steinii Gor., *18, 69,* 119, *132,* **136.**
— tetragamum K. Bohl., 140.
— tingens A. Br., 131.
— v. nivalis Lagh., 142.
— variabilis Dang., 130, **131.**
Chloraster. 129, 155.
Chlorella Beyr., **186,** 279.
— vulgaris Beyr., *186,* **187.**
Chlorochytrium Cohn, 89, 90, **244.**
— Knyanum Klebs, *243,* **244.**
— Lemnae Cohn, *243,* **244.**
Chlorococcus Fr., 278.
Chlorogonium Ehrb., 8, 11, 21, 48, 128, **139.**
— euchlorum Ehrb., *40,* 66, **139.**
— tetragamum Bohl., 140.
Chlorophycées, 99.
Chlorosphaera Klebs, 278, 280.
— muralis Chod., 280.
Chlorotheciacées, 12, 63, 240.
Chlorothecium Borzi, 51.
Chlorotylium Kütz, 89, 274, 293, **296.**
— cataractarum vid. diagn. sub.
— Errata et addenda.

Chlorotylium mammiforme Kütz., 297.
Chodatella Lemm., 35, 59, 94, 162, 170, 171, **191**.
armata Lemm., 192.
— ciliata Lemm., 191.
— Echidna (Bohl.) Chod., *171*, *192*, **192**.
— longiseta Lemm., **191**, *192*.
— quadriseta Lemm., 191.
— radians Lemm., 192.
Chroolépoïdes 99, **345**.
Cladophora Kuetz, 7, 10, 11, 45, 55, 74, 76, 89, 90, 179.
Cladophoracées
Cladophoroïdes, 100.
Clathrocystis (Cyanophycée), 5.
Closterium, 66.
Confervoidées, 12, 17, 20, 22, 36, 51, 62, 100.
Conferva L., 12, 55, 63, 76, 87, 89.
Conjuguées, 66.
Conochaete Kleb., **251**, 329.
— comosa Kleb., *247*, *252*.
— Klebahnii Schmidle, *246*, *247*, *251*, **252**.
— polytricha Kleb., *247*, **252**.
Coléochétacées, 102, **329**.
Coleochaete Bréb., 12, 20, 26, 44, 45, 80, 86, 87, 89, 102, 329, **338**.
— divergens Pringsheim, *333*, **339**.
— irregularis Pringsh., 333, *335*, **340**.
— orbicularis Pringsh., 340.
— pulvinata A. Br., 19, *45*, 48, 66, *330*, *334*, 335, *336*, **339**.
— scutata Pringhs., 332, 334, 337, **339**.
— soluta Pringsh., *331*, *332*, **339**.
Coenogonium (Lichen).
Coelastrum, Naeg., 36, 73, 177, 178, **231**.
— astroïdeum Not., 231.
— cambricum Arch., 91, *233*.
— cubicum Naeg., 94, *232*.
— distans Turner, 234.
— indicum Turner, 231.
— irregulare Schroed., 232.
— microporum Naeg., 94, **231**.
— -- Wolle, 232.
— pseudo-cubicum Schr., 232.
— pulchrum Schmdl., 233.
— proboscideum Bohl., 92, 94, *232*.
— reticulatum Senn, 234.
— sphaericum Naeg., 94, *173*, 177, *231*.
— subpulchrum Lagh., 234.
— verrucosum Reinsch., 94.
Cohniella Schroed., 50, 208.
— staurogeniaeforme Schr., 208.
Confervoïdes, 100.
Conochaete 87.
Conjuguées, 20, 99.
Coccomonas Stein, 129, **147**.
— orbicularis Stein, 147.
Codiolum, A. Br, *61*, 89, 90, 291, 292, 298.
Corbiera vulgaris Dang., 138.
— minima Dang., 138.
Cosmarium scenedesmus Delp. (Desmidiée), 91.
Cryptoglena angulosa Carter, 144.
— cordiformis Carter, 138.
Crucigenia Morren, 170, **205**.
— apiculata Lemm., 207.
— emarginata Chod., 207.
— fenestrata Schmidle, 94, 206, **207**.
— Hofmaniana Chod., 42 = C. triangularis Chod.
— Lauterbornei, *206*.
— quadrata Morr., 205.
— rectangularis Chod., 94, *205*, **206**.
— triangularis Chod., **206**, 222, *223*.
Ctenocladus Borzi, 306.
— circinatus Borzi, 307, *308*.
Cyclotella (Diatomacée), 34, 95.
Cylindrocapsa Reinsch, 12, 43, 261, **272**.
— involuta Reinsch, 272, *273*.
— amoena Wolle, 273.
— geminella Wolle, 273.
— nuda Reinsch, 273.
Cymatopleura (Diatomacée) 95.
Cystococcus Naegeli, 62, 276, 278, 279, 280.
— humicola Naeg., 279.
Cylindrocystis Brebissonii Menegh. (Desmidiée), 117.
Dactylococcus 163, 164
— lacustris Chod., 91, 93, 94.
Dactylothece Braunii Lagh., 285.
Dermatophyton radicans Peter, 86.
Desmidiées, 20.
Dicoleon Nordstedtii Kleb., 252.
Dictyosphaerium Naeg., 12, 18, 33, 34, 63, 91, 92, 93, 157, 160, **187**, 238.
Dictyosphaerium Ehrenbergianum Naeg., *160*, **187**.
— Hitchcokii Woolle, 187.
— pulchellum Woolle, 187.
— reniforme Lagh, 187.
Dicranochaete Hieronymus, 246, **249**.
— reniformis Hier., 22, *49*, 87, **249**.
Dimorphococcus A. Br., 94, **217**.
— cordatus Wolle, *217*.
— lunatus A. Br., *217*.
Diselmis viridis Duj., 134.
Draparnaldia Bory, 12, 43, 44, 45, 52, 53, 64, 76, **315**.
— cruciata Hicks., 316.
— Billingsii, Wood, 316.

Draparnaldia glomerata Ag., *55, 60, 311, 312, 313, 316,* 316.
Draparnaldia plumosa Ag., *19, 314,* 315.
Endoclonium Szyrn., 68, 304, *306, 307.*
Endoderma Lag., 48.
Endosphérées, 156, **242.**
Endosphaera Klebs, 242.
Enteromorpha Link, 63, 254, 258, **259.**
— intestinalis Link, 55, **259.**
Entocladia viridis (alg. marine), *47.*
Eremosphaera de By., 7, 12, 20, 28, 33, 93, 94, **184.**
— viridis de By., *159,* 160, **184.**
Euastrum Richteri Schmdl., 223.
Euastropsis Lagh., 57, **223.**
Euchétophoracées **299,** 315.
— Richteri Lagh., *174,* 175, **223.**
Euchlorophycées, 10, **99.**
Eudorina Ehrb., 8, *13,* 14, 17, 24, 41, 42, 66, 92, 122, *124,* 125, 126, 127, 129, **151.**
— elegans Ehrb, *151, 152,* **152.**
— stagnalis Wolle, 152.
Euglènes (Flagellée), 128.
Euglènoïdes, 56.
Euglenopsis (Flagellée) 88.
Euprotococcées, 156, **157.**
Foreliella Chod., 53, 61, 84, 90, 274, **297,** 298.
— perforans Chod., *53, 62, 290, 291, 293, 294, 298.*
Fragilaria crotonensis (diatomée) 95.
Glaucocystis, 21, 89.
Gloeocapsa (Cyanophycée) 29.
Gloeochaeta Wittrockiana Lagh., 250.
Gloeocystis Naeg., 29, 107, 109, **115,**
— areolata Gay, 107.
— botryoïdes Naeg., 116.
— gigas (Kuetz.) Lagh., 116.
— rupestris Rabh., 116.
— superba Cienk., 107.
— vesiculosa Naeg., 115.
Gloeotila Kuetz., 265, 270.
— spirale Chod., 92, 94, 222, 270.
— contorta (Lemm.) Chod., 92.
Golenkinia Chod., 12, 18, 28, 33, 35, 63, 94, 151, *161,* 162, **183.**
— botryoïdes Schmidl., 193.
— fenestrata Schroed., **193,** 194.
— radiata Chod., *23,* 50, **184.**
Gomontia Born. et Fl. (Confervoïdée marine), *61.*
Gomphonema (Diatomacée), 88.
Gongrosira Kütz., 44, 53, 54, 55, *61,* 65, 274, **288,** 291, 331.
— codiolifera Chod., *55, 296, 297.*
Gongrosira de Baryana Rabh., 80, 88, 89, *289,* 293, **294.**
— viridis Kütz., *292,* **295.**
Gonium Müll, 9, 14, 41, 42, 116, 126, 128, 129, **148.**
— helveticum Perty, 148.
— pectorale Muell., 120, *121, 122,* 126, 128, **148,** *149.*
— punctatum Perty, 149.
— sociale Warm., 92, 120, 126, 128, *148,* **148.**
— tetras A. Br., 148.
Gymnomonadées, 128, **155.**
Haematococcus Ag., 24, 72, 74, **140.**
— nivalis A. Br., 140.
— pluvialis A. Br., 140.
Hariotina Dang., 36, 57, 73, 94, 178, *233.*
— reticulata Dang., *234.*
Hofmania Chod., 209.
— appendiculata Chod., *209,* **210,** 222, *223*
Hormidium auct., 12 (erreur), 63, 241, 264 268.
— crassum Kuetz.
— delicatulum Kütz.
— murale Kütz., 342.
— nitens Menegh, 269.
— parietinum Kütz., 343.
Hormiscia Fries, 76, 268.
Hormococcus Chod., 260, 261, 264, **268.**
— flaccidus Chod., *265,* **269.**
Hormotila Borzi, *30, 32,* 88, 107, *284, 285, 286,* 286.
Hormospora Bréb., 43, 61, 94, 260, **270.**
— irregularis Wille, **271.**
— minor Bréb., 270.
— mutabilis, *270.*
— transversalis Moeb., 271.
Hydrocytium Rabenh., 107.
Hydrodictyon Roth, 8, 9, 12, 17, 25, 57, 63, 66, 67, 178, 179, 180, **236.**
Hydrodictyon pentagonum Vauch., 237.
— reticulatum Lagh., *237.*
Hydrurus (flagellée), 77, 90, 107, 112.
Hyella (Chamésiphoniée), 90.
Kirchneriella Schmidle, 18, 33, 36, 59, 94, 162, **201.**
— contorta Bohl., *203.*
— gracillima Bohl., 203.
— obesa Schmidle, 203.
— lunaris Moeb., *202.*
— lunata Schmidl., 202.
— β dianae Bohl., 202.
Lagerheimia Chod., 35, 50 59, 91, 94, 188.
— ciliata Chod., 191.

Lagerheimia genevensis Chod., *58*. **188.**
— v. subglobosa, 188.
— wratislaviensis Schroed, *188*. **188**
Lemanea (rhodophycée), 90.
Lemmermannia Chod., 221.
— emarginata Chod., *222*, *223*.
Letterstaedtia, Aresch., 63.
Lobomonas Dang, 128, **143.**
— Francei Dang., 92, **143.**
— stellata Chod., 120, *143*, **143**
Micrasterias Rotula Ehrb., 230.
Microspora Lag. (Confervoïdée), 63, 76.
Microthamnium Naeg., 44, 63, 79, 87, **287.**
Microthamnium exiguum Schmdl., 288.
— Kützingianum Naeg., *287*, *288*.
— vexator Cook., 288.
Mischococcus Naeg., 107, 287.
Monostroma Thur, 17, 43, 63, 65, 68, 72, 110, 185, 245, 254, 258, **258.**
Monostroma bullosum Wittr., *68*, 254, *256*, **259.**
— fuscum Wittr., *257*.
— Grewillei Wittr., 254.
— groenlandicum Ag., 254.
— leptodermum Kychlm, 257.
Myxochaete Bohl., 245, **250.**
— barbata Bohl., *246*, *250*.
Nephroselmis, 129.
Nephrocytium Naeg., 36, 41, 59, 91, 107, 162, 170, **196.**
Nephrocytium Aghardianum Naeg., *31*, *196*, **196.**
— allantoideum Bohl., 197.
— lunatum West, 197.
— Naegelii Grun., 196.
Nylandera, 350.
Oedocladium Sth., 54.
Oedogoniacées, 12.
Oedogonioïdes, 100.
Oedogonium Link, 26, 36, 48, *52*, 54, 55, 87, 88.
— africanum Reinsch., *52*, 88.
— crenulato-costatum Wittr.,
Oocardium Naeg., 107.
Oocystis Naeg., 28, 34, 91, 94, **189.**
Oocystis ciliata Lagh., 191.
— crassa Wittr., 189.
α. typica, 190.
β. asymetrica West, 190.
γ. nodulosa West, 190.
— elliptica West, 189.
— gigas Arch., 191.
— lacustris Chod., *19*, 30, *35*, 170, 189, *190*.
— Marsonii Lemm., 190.
Oocystis Naegelii A. Br., *189*.
— solitaria Wittr., 20, *189*, 191.
Ophiocytium Naeg., 34, 36, 94, 107.
Oscillatoria (Cyanophycée), 5.
Palmella Lyngb., 7, 31, 36, 102, 109, 110, 128, 172, 185.
Palmella cylindrica Lyng., 110.
— miniata Leibl., 21, 103, *104*, **110.**
— nivalis Hook., 141.
— mucosa Ktz., 110.
— uvaeformis Ktz, 111.
Palmellacées, 17, 24, 41, 101, **102**, 107, 108,
Palmellococcus Chod., 21, 25, 57, 73, *158*, 160, 172, 174, 178, **182.**
— miniatus Chod., 183.
Pandorina Bory, *67*, 74, 116, 122, *123*, 128, 129, **150.**
Pandorina morum Bory, 91, **151.**
Pandorinées, 128.
Pediastrum Meyen, 9, 12, 28, 33, 36, 50, 57, 63, 80, 91, 157, 172, 178, 179, **224**
Pediastrum angulosum Menegh., 228.
— asperum A. Br., 228.
— biodon Corda, 227.
— biradiatum Mey., 226, **230.**
— Boryanum Menegh., *18*, 19, 25, *57*, 58. *67*, 94, *175*, 176, *177*, 226, **228**, *229*.
— Braunii Wartm., 176.
— compactum Benn., 228.
— clathratum Lemm., 91, 92, **226.**
— duodenarium Bail., 226.
— duplex Mey., 35, 94, 176, **227**, *228*.
— Ehrenbergii Corda 92, 94, 175, **226.**
— enoplon West, 226.
— forcipatum A. Br., 228.
— integrum Naeg., 228.
— irregulare Corda, 227.
— muticum Wille, 229.
— Napoleonis Ralfs., 226.
— quadrangulum Corda, 227.
— Rotula Ehrb., 230.
— — Naeg., 226.
— Selenaea Kütz., 227.
— simplex Mey., *225*.
— Sturmii Reinsch., 225.
— tetras Ralfs, 177, *226*.
— tricornutum Borge, **230.**
— vagum Kütz, 228.
Phaeophila Hauck (Chétophoracée marine), *47*, 48.
Phyllobium Klebs, 73, 89, **244.**
— dimorphum Kl., 244.
Phacotus Perty, 21, 93, **129**, **147.**
— augulosus (Stein) Dang., 144.

Phacotus Lendneri Chod., *147.*
— lenticularis Stein, *147.*
Phycopeltis, 83, 85, 331, 345, 346, 347, 353, 354, 356.
— epiphyton Mill., *356.*
— flabelliferum.
— Treubii Karst.
— tropicum Hansg.
Phyllobium Klebs, 242, *244.*
— dimorphum Klebs, *245.*
Phyllosiphon Kuehn, 82, **242.**
Pilidiocystis Bohl., 195.
— endophytica Bohl., *195.*
Pilinia Kütz., 301, 302.
Platydorina Kof., **153.** Pl. caudata Kof., *153.*
Pleodorina Kof., 122, 129.
— illinoiensis Kofoid, 152.
Pleurastrum Chod., 85, 280.
Pleurococcacées, 102, **274.**
Pleurococcoïdées 99, **101.**
Pleurococcus Menegh., 8, 22, 23, 25, 33, 42, 43, 58, 60, 61, 62, 63, 78, 83, 85, 107, 185, **274**, 275, 278.
— Beyerinckii, 275.
— dissectus Naeg., 275.
— lobatus Chod., **284**, *285.*
— miniatus Naeg., 275.
— Naegelii Chod., *18,* 19, 25, *30, 32,* 63, **281**, *282, 283.*
— regularis, 275.
— vulgaris Menegh., 19, 20, 22, *23*, 24, 28. 275, 276, 277, **279**, *280, 281.*
— vulgaris Naegeli non Menegh., 281.
Polyblépharées, 129.
Polyblepharis Dang., 129, 155, 156.
Polyedrium Naeg., 25, 50, 94, **218.**
— armatum de Toni, 220.
— caudatum Lagh., 94, 218, **219**, *220*, 223.
— decussatum Reinsch., 221.
— dodecaedricum R., 221.
— enorme de By., 173, 218, **221.**
— gigas Wittr., 218, **221.**
— gracile Reinsch., 221.
— hastatum Reinsch., *172*, 218, **221.**
— rostatum Schmidle non Reinsch., 221.
— irregulare Reinsch, 221.
— lobulatum Naeg., 218, **221.**
— minimum A. Br., 94, *171,* 172, *173,* 218, **219.**
— muticum A. Br., 173, 174, **219.**
— octaedricum Reinsch., 221.
— pachydermum R., 218, **221.**
— pentagonum R., 172, **219.**
— protumidum, 173.
Polyedrium quadricornu Chod., *221.*
— regulare Chod., 218, *220*, **220.**
— reticulatum R., 219.
— spinulosum Schmdl., 221.
— tetraedricum Naeg., 220.
— tetragonum Naeg., 218.
— trigonum Naeg., 92, 172 = muticum.
Polytomées, 121, 156.
Prasiola Ag., 44, 63, 90, **344.**
— Aryana Rabh., 342.
— caespitosa Menegh., 344.
— crispa Menegh., 342, **344.**
— fluviatilis Aresch., 343, **344.**
— Flotowii Kütz., 342.
— furfuracea Menegh., 343.
— mexicana Lagh., 345.
— orbicularis Kütz., 342.
— Rothii Kütz., 342.
— Sauteri Menegh., 344.
Protococcacées, 22, 26, 101, 156, **157.**
Protococcoïdées.
Protococcus Ag., 162.
— botryoïdes Kütz., 26.
— miniatus Kütz., 182, 183.
— nivalis Ag., 141.
Protosiphon (Siphonée), 67.
Pseudopleurococcus Snow., 279.
Pteromonas Seligo, 120, 125, **144.**
— aculeata Lemm., 146.
— alata Sel., 144.
— alata Chod., 145.
— angulosa Dang., *144*, **144.**
— Francei, 92.
— Chodati Lemm., 92, 120, 143, **146.**
— cordiformis Lemm., 146.
— nivalis Chod., 74, 96, *145*, **145.**
— protracta Lemm., 146.
— sinuosa Chod., *145*, **145.**
— rectangularis Lemm., 146.
Pyramimonas, 129, 155, 156.
Pyramimonadées, 56.
Radiofilum Schmdl., 260, **271.**
— apiculatum West, 271.
— conjunctivum Schmdl., *271.*
Raphidium aciculare Braun, 197, 198.
Raphidium Kütz, 41, 51, 52, 55, 59, 87, 162, 163, 167, 168, 169, 170, **197.**
Raphidium Braunii Naeg., 25, 91, *168, 169, 199*, **199**, var. lacustre Chod., 199.
Raphidium convolutum v. lunare Kirchn., 202.
— fasciculatum Kütz., **197**, *198, 199.*
— longissimum Schroed., 94, **200.**
— nivale Chod., 74, 96, *200*, **200.**
— polymorphum Fres., 25, **197.**

Raphidium pyrenogerum Chod., *23*, 168, 195, 200, *200*, *201*.
Rhizolenia (Diatomée), 95.
Richteriella Lemm., 35, 94, 162, **193**.
— botryoïdes Lemm., *193*, **193**, *194*.
— globosa Lemm., 193.
Rivularia, 295.
Scenedesmus Mey., 21, 73, 79, 89, 91, 162-171, 210.
Scenedesmus acuminatus Chod., *166*, **211**.
— acutiformis Schr., 215.
— aculeolatus Reinsch., 215.
— acutus Mey., *162*, *163*, *164*, 164, 167, 210.
— alternans Reinsch., 94, 213.
— bijugatus Kuetz., 165, *166*, **212**.
— brasiliensis Bohl., 215.
— costatus Schmdl., *18*, 92, 94, 171, 172, *216*, **216**.
— curvatus Bohl., 19, 92, 166, 171, *212*, **212**.
— denticulatus Lagh., 215, 216.
— falcatus Chod., 211.
— hystrix Lagh., 50, 169, *214*, **214**, *215*.
— incrassulatus Bohl., *211*.
— Naegelii Bréb., 214.
— obliquus Kütz., 94, 210.
— opoliensis Richt., vid. add., 19, 50, 92.
— quadricauda Bréb., 19, 28, 33, 50, **213**, *213*, *214*, *215*.
— radiatus Reinsch., 213.
Sciadium A. Br., 51, 63, 87, 238.
Schizochlamys A. Br., 25, 31, 36, 48, *64*, 65, 89, 104, 107, *108*, 160, 161, 170, **185**.
Schizochlamys delicatula West., 185.
— v. rugosa Debray, 185.
— gelatinosa A. Br., *31*, *185*, **185**.
Schizogoniacées, 20, 43, 52, **341**.
Schizogonioïdes, **101**, **341**.
Schizogonium Kütz., 83, 86, 341.
Schizogonium Boryanum Kütz., 342.
— crenulatum Kütz., 344.
— crispum Gay, *342*.
— Julianum Menegh., 342.
— murale Kütz., *53*, *343*.
Schizothrix (Cyanophycée), 91.
Schroederia Lemm., 94, **194**.
— setigera Lemm., *194*, **195**.
Scotinosphaera Klebs, 89, **245**.
— paradoxa Klebs, 245.
Selenastrum Reinsch., 94, **203**.
— acuminatum Lagh., 204, **211**.
— bifidum Benn., 204.
— Bibraianum Reinsch., 94, **203**, *204*.
Selenastrum Bibraianum Turner non Reinsch., 203.
Selenoderma Bohl., 93, 160, 171, **204**
— Malmeana Bohl., *204*, **204**.
Selenosphaerium americanum Bohl., 204, 236.
Siphonacées, 12, 92, 99.
Sorastrum Kuetz., 50, 94, 175, 177, 178, **235**.
Sorastrum cornutum Reinsch, 236.
— crassipinum Bohl., 236.
— bidentatum Reinsch., 236.
— echinatum Kütz., 236.
— inappendiculatum Chod., 175.
— spinulosum Naeg., *235*.
Sphaerastrum echinatum Menegh., 236.
Sphaerella Somm., 9, 21, 24, 93, 95, 96, 117, 120, 128, **140**.
Sphaerella lacustris Wittr., 126, **140**, *141*, *142*.
— nivalis Somm., 141.
— pluvialis A. Br., 121.
Spyrogyra Link., 10, 20, *54*, 55, 67, 74.
Sphaerocystis Chod., 64, 91, 107, 109, **114**, 128.
Sphaerocystis Schroeteri Chod., *64*, *108*. **114**, *115*.
Sphaerocystis sudetica Chod., 92, 93.
Sphaerosira Volvox Ehrb., 154.
Sphanochaete polytricha Nordst., 252.
Stapfia Chod., *14*, 16, 22, 24, 26, 60, 65, 107, 109, **112**, 185.
Stapfia cylindrica (Wahl) Chod., *106*, *113*, **112**.
Staurogenia Kütz., 206.
— apiculata Lemm., 207.
— alpina Schmdl., 209.
— emarginata West., 207.
— fenestrata Schmdl., 206.
— Lauterbornei Schmdl., 206.
— rectangularis A. Br, 206.
Stephanodiscus Astraea (Diatomée), 95.
Stephanosphaera Cohn, 149.
— pluvialis Cohn, *149*, **150**.
Stichococcus Naeg., 79, 107, 265, 269.
Stichococcus bacillaris Naeg., 269.
— dissectus Gay, 269.
— minor Braun, 269.
Stichogloea olivacea Chod., 91.
Stigeoclonium Kütz., 43, 44, 46, **51**, 55, *59*, 63, 68, 88, 89, **318**, *319*.
— flagelliferum, *299*, *301*, *302*, *303*, *322*.
Stigeoclonium longipilum Kütz., **320**, *321*.
— lacustre nob. = **43**, *45*, 46.
— protensum Kütz., *300*, **319**, *320*.
— polymorphum, *46*.
— subsecundum Kütz, 321.

Stigeoclonium tenue Rbh., *304, 305, 306*, **319**.
— variabile Naeg, 303, **321**.
Strigula (Lichen), 83.
Synedra longissima (Diatomacée), 95.
Struvea Sond. (Siphonée), 84.
Tabellaria fenestrata (Diatomée).
Tetracoccus West., 160, 161, 170, **186**.
— botryoïdes West., 186.
Tetrapedia Schroed. non Reinsch., 221.
— gothica, 223.
— morsa West., 223.
— pentaedrica West., **219**, 223.
Tetraselmis cordiformis Stein, 138.
Tetraspora Link, 8, 24, 26, 29, 43, 60, 65, 103, *106*, 107, **111**, 127, 128, 185.
Tetraspora bullosa Ag., 112.
— cylindrica Wahlb., 113.
— explanata Ag., 112.
— fusca Bréb., 112.
— gelatinosa Desv., *14, 43, 102*, **111**.
— lubrica Ag.,
— ulvacea Ktz., *111*. **112**.
Tetrasporacées, 107.
Tetrasporidium javanicum Moeb., 112.
Tetrastrum Chod., 94, **208**.
— alpinum Schmdl., 209.
— heteracanthum Chod., 209.
— multisetum Schmdl., 209.
— staurogeniaeforme (Lemm.), **208**, 222, *223*.
Trentepohlia Mart., 21, 22, 44, 62, 83, 84, **360**.
— abietina Hansg., *350*, **362**.
— aurea Mart., 64, 85, 348, *349, 351, 362*.
— arborum Ag., 350, *352*, *353*.
— Bleischii Rabh., 348.
— de Baryana Wille, 294.
— depressa Har., 351, *354, 355*.
— diffusa De Wildm, 351.
— jolithus Ag., 64, 80, 346, **361**.
— Leprieuri Har., *45*.
— Monilia De Wildm., 348.
— odorata Wigg., 348, **361**.
— polycarpa Nees, 350, *352*, 362.
— rigidula Müll., 348.
— setifera Farlow, 362.
— umbrina Born., 64, 85, 345, *347, 348*, **361**.
— uncinata Hansg., 362.
— villosa de Toni, 362.
— Wainioi Har., 350, 352.
Trentepohliacées, 17, 20, 22, 47, **345**.
Trichopeltis, 351.
Trochiscia protococcoïdes Kütz., 35, 61.
Ulothriciacées, 20, 102, **259**.
Ulothrix, Kütz., 12, 25, 28, 33, 52, 53, **54**, 55, 58, *59*, 60, 63, 66, 67, 74, 260, 266, **267**.
Ulothrix aequalis Kütz., 268.
— bicolor Ralfs, 267.
— radicans Kütz., 342.
— tenuis Kütz., 268.
— subtilis Kütz., 268.
— zonata Kütz., *54*, 260, *261, 262, 263*, **267**.
Ulva, 58, 63, **254**.
— fluviatilis Sommerfeldt, 344.
— intestinalis Saut,
Ulvacées, 12, 20, 63, 101, 107, **254**.
Urococcus, 29, *30*.
Uronema Lagh, 63, 260, 266, **272**.
Uronema confervicolum Lagh., *266*, 272.
Vaucheria (Siphonée), 12, 90.
Volvox Ehrb., 9, 11, 14, 93, 116, 125, 128, **153**
— aureus Ehrb., *9*, 125, 127, **153**, *154*.
— globator Ehrb., *9*, 125, 127, **154**.
— lacustris Girod., 140.
— monoicus Cohn, 154.
— stellatus Ehrb, 154.
Volvocacées, 17, 24, 26, 101, 107, **116**.
Zoochlorelles (Chlorella), 84, *186*.

New York Botanical Garden Library
3 5185 00259 1939